

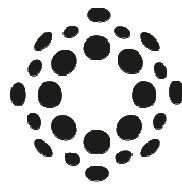
Joonas Inkiläinen

Tasoristeyksen puomilaitos

Vaatimukset, toiminta, sähköistys ja testaus

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Huhtikuu 2015




MAMK

University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MAMK University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 24.4.2015
Tekijä(t) Joonas Inkiläinen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikan koulutusohjelma Sähkövoimatekniikka
Nimeke Tasoristeyksen puomilaitos - Vaatimukset, toiminta, sähköistys ja testaus	
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi A-J Automation Oy, ja opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää puomilaitoksen vaatimukset rakenteelle ja komponenteille, sähköiset kytkennät sekä se, mitä vaatimuksia on uuden puomilaitoksen koestukselle.</p> <p>Tavoitteena oli tehdä kattavat ohjeet tasoristeyksien puomilaitosten rakentamiseen keskusvalmistajille. Ohjeiden tuli olla sellaiset, että niiden avulla pystyttäisiin valmistamaan vaatimuksen mukaisia uusia puomilaitoksia ilman, että tarvittaisiin hakea lisää tietoa muualta. Työssä käytettiin liikenneviraston rautateitä ja niiden turvalaitteistoa käsitteleviä materiaaleja sekä vanhaa käytöstä poistettua puomilaitosta, josta sain tärkeitä tietoja liittyen rakenteeseen ja käytettyihin komponentteihin. Lisäksi kerroin myös yleistä tietoa puomilaitoksista, mm. onnettomuuksien lukumäärät tasoristeyksissä, puomilaitoksien lukumäärät Suomessa sekä puomilaitoksien eri tyypit.</p> <p>Opinnäytetyön lopputuloksena sain laadittua erittäin kattavat ohjeet puomilaitoksien vaatimusten mukaiseen valmistamiseen. Ohjeista selviää kaikki oleellinen niin rakenteesta, toiminnasta sekä komponenteista. Laatumieni ohjeiden avulla tullaan rakentamaan uuden puomilaitoksen prototyyppi.</p>	
Asiasanat (avainsanat) Tasoristeys, puomilaitos, rautatie	
Sivumäärä 41 + 12	Kieli Suomi
Huomautus (huomautukset liitteistä)	
Ohjaavan opettajan nimi Teemu Manninen	Opinnäytetyön toimeksiantaja A-J Automation Oy

DESCRIPTION

 <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin: 0;">MAMK</div> <div style="font-size: 0.8em; margin: 0;">University of Applied Sciences</div> </div>	Date of the bachelor's thesis 24.4.2015
Author(s) Joonas Inkiläinen	Degree programme and option Electrical engineering
Name of the bachelor's thesis Boom gates of level crossing Requirements, operation, electrification and testing	
Abstract This thesis was commissioned by A-J Automation Oy, and purpose of the thesis was to research the boom gate requirements for the structure and components, electrical connections and what is required for testing brand new boom gates. The material that I used in this thesis was Transport Agency materials that dealt with railways and their safety equipment and I also investigated the old boom gates that has been disabled. There I got very important information related to the structure and the components that had been used. I also give general information about the boom gates, for example the number of accidents at level crossing, the number of boom gates in Finland and the different types of boom gates. As the final result of the thesis, comprehensive instructions have been made for building boom gates that meet the requirements. You can find all the essential structure, operations and components. These instructions can be used to build a brand new boom gates system.	
Subject headings, (keywords) Level crossing, boom gates, railway	
Pages 41 + 12	Language Finnish
Remarks, notes on appendices	
Tutor Teemu Manninen	Bachelor's thesis assigned by A-J Automation Ltd

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	TASORISTEYS	1
2.1	Vartioimaton ja vartioitu tasoristeys.....	2
2.2	Onnettomuudet	4
3	PUOMILAITOS.....	5
3.1	Puoli-, koko- ja paripuomilaitos	7
3.2	Vaatimukset	8
3.2.1	Yleiset vaatimukset.....	8
3.2.2	Rakenteelliset vaatimukset.....	9
3.2.3	Ilmastolliset vaatimukset	10
3.2.4	Syöttöjännitteet	10
3.2.5	Eristystaso	11
3.2.6	Varaosat ja tarvikkeet	11
3.2.7	Etäisyydet ja mitat.....	11
3.3	Rakenne ja komponentit	12
3.3.1	Moottori	13
3.3.2	Jarru.....	18
3.3.3	Kitkakytkin	19
3.3.4	Jousimekanismi.....	19
3.3.5	Anturit	20
3.3.6	Moottorinsuojakytkin.....	22
3.3.7	Muut komponentit.....	22
3.4	Varoituslaitoksen toiminta ja toimintatilat	24
3.4.1	Perustila.....	25
3.4.2	Hälytys	25
3.4.3	Hälytyksen ehdot	26
3.4.4	Automaattinen toiminto	27
3.4.5	Käsiikäyttöinen toiminto.....	29
3.4.6	Poistotoiminto	30
3.4.7	Viat ja häiriöt	31
3.5	Koestaminen	35
4	POHDINTA	37

LÄHTEET	39
---------------	----

LIITTEET

- 1 Puolipuumilaitoksen asennusohjeet
- 2 Puolipuumilaitoksen asennus- ja säätömitat
- 3 Rinnankäämityn moottorin ohjaus ja suunnanvaihto
- 4 Nimelliskäyttötavat S1-S10, IEC 60034-1 standardi
- 5 Sähkömoottorin eristysluokat
- 6 IPxx-suojausluokitukset
- 7 Moottorin asennusasennot
- 8 Puomilaitoksen tarkastuspöytäkirja
- 9 Tasavirtamoottorin tyhjäkäyntikoekytkentä

KÄSITTEET

Asetinlaite	Ohjaa puomilaitosta sekä valo- ja äänivaroituslaitosta.
Etusoittoaika	Aika joka kuluu junan havaitsemisesta hetkeen, jolloin puomilaitoksen puomit alkavat laskea.
Hälytysosuus	Raideosuus tai raideosuudet, jotka ohjaavat varoituslaitoksen toimintaa yhdestä suunnasta.
Linjalaitos	Varoituslaitos, jota ei voi ohjata asetinlaitteella. Toimivat itsenäisesti.
Puomilaitos	Järjestelmä, jolla varoitetaan kiskolla liikkuvasta junasta. Varustukseen kuuluu puomilaitos, tieopastimet ja varoituskello.
Tasoristeyslaitos	Tarkoitetaan tasoristeysturvalaitosta, joita ovat asetinlaite ja linjalaitos.
Tasoristeysopastin	Kiskoilla liikkuville yksiköille tarkoitettu 2-valoinen opastin.
Tasoristeystä suojaava opastin	Pää-, suojustus- tai raideopastin, joka sijaitsee varoituslaitoksen hälytysosuuksella. Näyttää opastetta kiskoilla liikkuville yksiköille.
Tieopastin	Opastin, jonka valoilla varoitetaan tasoristeykseen saapuvasta junasta.
Vaihtotyö	Rautatiejärjestelmässä tehtävä kalustoyksiköiden siirtotyö
Valo- ja äänivaroituslaitos	Järjestelmä, jolla varoitetaan kiskolla liikkuvasta junasta. Varustukseen kuuluu tieopastimet ja varoituskellot.
Varoituslaitos	Laitos, jossa on puomilaitos sekä valo- ja äänivaroituslaitos.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi A-J Automation Oy. A-J Automation Oy on vuonna 2000 perustettu täyden palvelun automaatiotoimittaja. Toimipisteitä heillä on yksi, joka sijaitsee Mikkelin Tuskussa, lentokentän läheisyydessä. Yritys työllisti vuonna 2014 7 henkilöä. Päätoiminta keskittyy yksittäisistä kaapelisarjoista aina vaativien ohjauskeskusten valmistamiseen. Heiltä löytyy lisäksi myös tuotantoautomaatiosovellutuksia (esim. tuotantolinjat, kuljettimet ja kappaleenkäsittelyautomaatio), suunnittelupalveluita sekä huolto- ja varaosapalveluita.

Opinnäytetyön tarkoituksena on saada luotua kattavat ohjeet, joiden avulla toimeksiantaja pystyisi valmistamaan tasoristeyksissä käytettyjä puomilaitoksia. Työtä tehdessäni minulla oli käytössäni vanha, vuonna 1985 valmistettu, jo käytöstä poistettu puomilaitos, josta pystyin tutkimaan, minkälaisia ratkaisuja tuolloin oli käytettävä niin rakenteen kuin komponenttien osalta. Lisäksi minun täytyy selvittää, kuinka puomilaitoksen täytyy toimia eri tilanteissa ja mitä vaatimuksia sille on laadittu mm. rakenteen, toiminnan, komponenttien, testaamisen sekä uuden valmiin puomilaitoksen toimittamisen kohdalta.

Varsinaisesta aiheesta poiketen selvitän myös tässä työssä muun muassa tasoristeys-onnettomuuksien lukumäärän, puomilaitosten lukumäärän Suomessa, eri puomilaitostyyppit sekä sen, minkälaisia ohjaustiloja puomilaitoksissa voi olla käytössä sekä kuinka ja millä niitä ohjataan.

2 TASORISTEYS

Tasoristeys on kohta, jossa autotie tai kevyen liikenteen väylä risteää rautatien kanssa. Tasoristeys on ainoa sallittu rautatien ylityskohta, jonka ylittäminen muualta on lain mukaan rangaistava teko. Tasoristeykset suunnitellaan mahdollisimman turvallisiksi muun muassa pitämällä näkemäalue sellaisena, että juna voidaan havaita tarpeeksi kaukaa. /1./ Risteyksestä voidaan tehdä myös turvallisempi tekemällä siitä vartioitu tasoristeys, jolloin risteyskohtaan lisätään niihin tarkoitettuja varoituslaitteita. Risteyksissä rautatien käyttäjillä on aina täysi etuajo-oikeus, tällöin kaikki muut ovat velvollisia väistämään raideliikennettä, jopa hälytysajossa olevat ajoneuvot /1/.

Vuosittain tasoristeyksiä poistetaan noin 100 kappaletta, ja varoituslaitoksia rakennetaan tasoristeyksiin noin kymmenen kappaletta. Tasoristeyksien poistamiseen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa nopeuksien kasvattamisen tarve, vaarallisuus ja vaarallisten aineiden kuljetukset. Viime vuosien aikana tasoristeysten poistamiseen on käytetty 7-14 miljoonaa euroa ja turvallisuuden parantamiseen noin 1,7 miljoonaa euroa. Tasoristeys voidaan korvata myös sillalla, jonka kustannukset ovat 0,5-1 miljoonaa euroa ja tapauskohtaisesti kustannukset voivat olla jopa 3,5 miljoonaa euroa. Yhden tasoristeyksen turvallisuuden parantaminen puolipuumilaitoksella maksaa noin 100 000-150 000 euroa. /2./

Suomessa oli vuonna 2010 yhteensä 3833 tasoristeystä /3/, joista Liikennevirasto ylläpitää tasoristeysrekisteriä. Rekisterin tarkoitus on antaa tietoa jokaisesta olemassa olevasta tasoristeyksestä. Rekisteristä ilmenee muun muassa:

- Tasoristeyksen nimi
- Rataosa, jolla risteys sijaitsee
- Rataosanumero sekä ratakilometritieto (Km+m), joiden avulla ratarekisterin kohteet voidaan esittää kartalla
- Koordinaatit
- Varoitusmerkit, jotka ovat käytössä risteyksessä
- KVL eli keskimääräinen vuorokausiliikenne
- Raiteiden lukumäärä
- Tien ja radan nopeusrajoitukset
- Näkemät
- Inventointivuosi
- Käytössä vai ei
- Raportit, joissa on mainittu tasoristeyksen nimi, raportointiaika, raportoiija, lisätiedot (esimerkiksi korjauskehotukset), raportin kuvat (näkemät). /4./

2.1 Vartioimaton ja vartioitu tasoristeys

Vartioimattomassa tasoristeyksessä ei ole varoituslaitteita lukuun ottamatta varoitusvaloa, tällöin ainoina varoitusvälineinä toimivat laissa säädetyt tieliikennemerkkit (kuva 1). Vartioimatonta tasoristeystä (kuva 2) käytetään paikoissa, joissa näkemäalue on tarpeeksi hyvä, jotta junan saapumisen voi nähdä jo kaukaa ja paikoissa joissa on vä-

häistä liikennettä, esimerkiksi maaseudut. Tärkein ominaisuus turvallisessa tasoristeyksessä on hyvä näkemä!



KUVA 1. Tasoristeyksissä käytettävät tieliikennemerkkit /5/

Vartioidussa tasoristeyksessä (kuva 3) käytetään lain mukaisten tieliikennemerkkien lisäksi varoituslaitteita, joita ovat:

- Puoli-, koko- tai paripuomi

Varoituslaitteena puomit ovat eniten käytettyjä. Puomit estävät pääsyn tasoristeykseen ja sen läpi, laskeutumalla junan lähestyessä. Risteyksen saa ylittää vain silloin kun puomi on täysin ylhäällä. Alhaalla, laskeutumassa tai nousemassa olevaa puomia ei saa kiertää, ylittää tai alittaa.

- Varoituskello

Varoituskelloja voidaan käyttää lisävaroituslaitteena esimerkiksi silloin kuin näkymäalue on huono. Varoituskello soi kun juna on saapumassa tai on risteysalueella. /6, s. 3./

- Varoitusvalot

Varoitusvalot eli tieopastimet ovat käytössä myös vartioimattomissa tasoristeyksissä. Varoitusvalot kertovat turvallisesta ylittämisestä vilkuttamalla valkoista valoa, kun juna lähestyy, valkoinen valo sammuu ja punainen valo alkaa vilkkua, ja kun juna on tasoristeyksessä, punainen valo palaa yhtäjaksoisesti.

/1./



KUVA 2. Vartioimaton tasoristeys tieopastimella /7/



KUVA 3. Vartioitu tasoristeys /8/

2.2 Onnettomuudet

Liikennevirasto on kerännyt tietoa tasoristeysonnettomuuksista vuodesta 2000 alkaen jatkaen sitä aina nykypäivään asti. Tasoristeysonnettomuudet sattuvat useimmiten kokeneille autoilijoille tutuissa tasoristeyksissä päiväsaikaan, jossa ei ole varoitustaitteita. Yleisimmät syyt onnettomuuksiin ovat kuljettajan havaintovirheet, liian suuret lähestymisnopeudet ja STOP-merkin sivuuttaminen. /9./ Seuraavassa taulukossa on Liikenneviraston julkaisemat tilastot onnettomuuksista ja tapaturmista.

TAULUKKO 1. Tilasto onnettomuuksista ja tapaturmista. *=14.1.2015 /10/

	Tasoristeysonnettomuudet				
Vuosi	Valtion rataverkko	Yksityisraiteet	Vakavasti loukkaantuneet	Lievästi louk- kaantuneet	Kuolleet
2000	40	12	5	31	10
2001	44	16	6	19	12
2002	27	15	3	6	4
2003	41	11	6	17	6
2004	36	16	2	13	7
2005	45	19	5	13	8
2006	42	18	6	16	4
2007	37	11	2	18	10
2008	39	19	2	17	8
2009	31	3	3	16	10
2010	29	4	3	7	8
2011	15	10	3	10	2
2012	37	14	6	5	6
2013	27	8	1	10	2
2014	27	5	2	15	2
2015	2*	0*	0*	0*	0*

Huomattavan suuri osa kaikista tasoristeysonnettomuuksista tapahtuu rataosilla, joilla junaliikenne on suhteellisen vähäistä ja junien nopeus on pieni. Täytyy myös muistaa, että juna ei pysähdy hetkessä. Junan nopeuden ollessa 140 km/h on pysähtymismatka yli kilometrin mittainen. /9./

3 PUOMILAITOS

Puomilaitos on laitos, jolla varoitetaan tasoristeyksessä radalla liikkuvasta yksiköstä automaattisesti laskeutuvilla puomeilla. Puomilaitoksen varusteisiin kuuluvat puomit, tieopastimet ja varoituskellot. /11, s. 16./ Suomen yli 3000 tasoristeyksestä lähes 1000 on varustettu varoituslaitteilla (taulukko 2) /3, liite 1/1/.

TAULUKKO 2. Vuoden 2010 varoituslaitokset tasoristeyksissä /3, liite 1/1/

	Liikenneviraston raiteet			Yksityisraiteet	Kaikki yhteensä
Varoituslaitos	Pääraitojen pääraiteet	Muut radat ja sivuraiteet	Yhteensä		
Puomilaitokset	593	81	674	53	727
Valo- ja äänivaroituslaitokset	22	13	35	38	73
Varoitusvalolaitokset	13	2	15	2	17
Ilman tievaroitusta	2152	296	2448	568	3016
Yhteensä	2780	392	3172	661	3833

Puomilaitoksia ohjataan tasoristeyslaitoksilla, joka sisältää ohjauslogiikan, moottorisuojat, vara-akuston, virransyötön ja muita rautatien valvontaan liittyviä komponentteja. Jokaisessa tasoristeyksessä, jossa on puomilaitos/laitoksia, on myös tasoristeyslaitos. Tasoristeyslaitos voi olla malliltaan kaappi tai koju (kuva 4).



KUVA 4. Vasemmalla laitekaappi ja oikealla laitekoju

Rautateiden puomilaitokset eroavat muista käytetyistä puomilaitoksista siten, että niiden tarkoitus on lisätä turvallisuutta, joten niiden on täytettävä standardit ja laatuvaatimukset, jotka Liikennevirasto on laatinut. Muita sähköllä toimivia puomilaitoksia on käytössä esimerkiksi parkkihalleissa.

3.1 Puoli-, koko- ja paripuomilaitos

Puolipuomilaitokset ovat Suomessa eniten käytetyimpiä niiden turvallisuuden takia. Puolipuomilaitokset estävät radalle pääsyn ajokaistan oikeanpuoleista tietä pitkin, niin etteivät ne estä radalta poispääsyä. Puolipuomien täytyy ylittää tien keskiviivaan saakka sähkökääntölaitteineen. Puolipuomilaitoksen varusteisiin kuuluvat aina tie-opastimet ja varoituskello (kuva 5). Puolipuomilaitosta käytetään paikoissa, joissa ei ole kevyenliikenteen väyliä.



KUVA 5. Puolipuomilaitos

Kokopuomilaitoksen tehtävänä on estää radalle pääsy risteävän ajotien kanssa kokonaan. Puomin pituuden tulee olla täyspitkä eli kattaa koko ajoradan leveys. Kevyenliikenteen radalle pääsyn estämiseksi on käytettävä kokopuomeja. Kokopuomeiksi luetaan myös puolipuomin mittaiset puomit, joilla voidaan katkaista yksikaistainen tie joka voi olla esimerkiksi kevyenliikenteenväylä, jolloin puomin pituuden tulee kattaa koko kevyen liikenteen tien leveys (kuva 6) /12, s. 11./ Kokopuomilaitosta ei Suomessa nykyisin enää käytetä useampi väyläisen ajoradan katkaisuun, sillä ne ovat vaarallisia kuin puolipuomit, koska puomien väliin juuttumisen riski on suurempi.



KUVA 6. Ajoradan puolipuoimit ja kevyen liikenteen kokopuomit

Paripuomilaitokset estävät pääsyn ajokaistalta radalle molemmista suunnista eli käytännössä tasoristeyksessä on tällöin neljä puolipuomia, jolloin vaikutus on sama kuin kokopuomilla. Paripuomeja on käytettävä silloin kun ajoneuvoliikenteen radalle pääsy halutaan estää, kun suunnitteluperusteissa paripuomien käyttämistä on vaadittu. /12, s. 11./ Paripuomilaitoksien puomit laskeutuvat siten, että ensin sulkeutuu ajokaistan oikeanpuoleinen puomi, sitten pienen viiveen jälkeen vastaantulevien ajokaistan puoleinen puomi. Paripuomienkäyttö on turvallisempaa kuin kokopuomin, sillä puomien väliin joutumisen riski on pienempi. Suomessa ei ole käytössä kuin kaksi paripuomilaitosta, joista toinen sijaitsee Mellilässä (km 219+784) Toijala - Turku radalla ja toinen Murtomäessä (km 613+398) Iisalmi - Kontiomäki radalla /13; 14/.

3.2 Vaatimukset

Puomilaitoksen on täytettävä eri vaatimuksia, joita ovat yleiset vaatimukset, rakenteelliset vaatimukset, ilmastolliset vaatimukset, syöttöjännitteet, eristystaso, varaosat ja tarvikkeet sekä koestus. Luvussa 3.3 Rakenne ja komponentit on kerrottu puomilaitoksessa käytetyt komponentit ja niiden vaatimukset. Vaatimukset täytyy ottaa huomioon uusien puomilaitteiden valmistaessa, jotta se voi saada hyväksynnän valmistukselle.

3.2.1 Yleiset vaatimukset

Puomilaitoksen on täytettävä yleiset vaatimukset, joita ovat:

- niiden on täytettävä varmuusmääräykset, jotka ovat voimassa

- noudatetaan voimassa olevia IEC:n suosituksia soveltuvien kohdina laitteiden mitoituksissa ja koetuksessa
- kaikkien dokumenttien on oltava suomenkielisiä. Näitä ovat muun muassa ohjeet ja selostukset. Hankintaan täytyy sisältyä kaikki käyttöön, asennukseen, huoltoon ja tarkastukseen tarvittavat ohjeet sekä piirustukset ja toimintaselostus
- takuuajan on oltava vähintään 12 kuukautta, joka alkaa laitteen käyttöönotosta
- takuuseen kuuluvat vain puomilaitoksen korjaukset
- myyjän vastuulla ovat puomilaitoksen muutokset, jotka on suoritettava myyjän omalla kustannuksella välittömästi
- korjaus- ja muutostyöt aiheuttavat sen, että takuu-aika jatkuu alkuperäisen takuuajan verran eteenpäin
- jos korjaus- ja muutostöistä huolimatta puomilaitos ei täytä niille asetettuja vaatimuksia ja huomataan, ettei puutteita saada useista korjausyrityksistä huolimatta korjattua 6 kuukauden kuluessa siitä, kun puutteet huomataan, voi tilaaja tällöin perua tilauksen. /12, s. 36./

3.2.2 Rakenteelliset vaatimukset

Puomilaitokselta edellytetään tiettyjä rakenteellisia vaatimuksia, joita ovat:

- puomin kääntämiseen kuluva aika täytyy olla noin 10 sekuntia (auki asennosta kiinni asentoon)
- jatkuva momentti puomin akselilla on 40-80 kpm (392-785 Nm), pystyttävä säätämään kitkakytkimen avulla niin että momentti on asetettavissa em. alueen sisällä
- soveltuu 3,5 – 7 metriä pitkille puomeille, voidaan käyttää vastapainoa
- puomin paino on noin 3,6 kg/m
- moottorin jäädessä virrattomaksi puomin täytyy laskeutua 60° kulmaan vaakatasoon nähden, lähtömomentin oltava 20 – 40 kpm (noin 196 – 393 Nm)
- moottorin ollessa virraton ja puomin ollessa 60° kulmassa täytyvät puomin varrenvalot vilkkua
- puomi lukitaan ylä- ja ala-asentoon sekä väliasentoon magneettijarrulla, oltava virraton kääntöliikkeen aikana

- magneettijarrun toimintajännite tasavirtamoottorilla varustetussa laitoksessa 24 VDC ja vaihtovirtamoottorilla varustetussa 48 VDC
- puomin liike täytyy pysäyttää hitaasti
- puomin asentoanturit toimivat sulkeutuvina puomin asennoissa 0°, 60° ja 90°
- puomin asentoantureiden paikkojen täytyy olla säädettävissä
- puomin asentoantureiden katkaisukyvyyn on oltava vähintään 2 A/24 V ja IP-luokan vähintään 44
- puomilaitoksen ovi on lukittava upotetulla lukolla. Oven avaaminen ei saa häiritä laitoksen toimintaa
- puomilaitoksen on kestävä hyvin ääntä, jonka aiheuttajia ovat junat ja muu tieliikenne
- toimintatiheys puomilaitoksella on 0,5 – 250 kertaa/vrk.

3.2.3 Ilmastolliset vaatimukset

Puomilaitoksen täytyy täyttää EN 50125-1:2013:n mukaiset ilmastolliset vaatimukset. Kyseinen standardi kertoo laitteiden ympäristövaatimuksista rautatiesovelluksissa. EN-standardit ovat vahvistettu eurooppalaisessa standardisointijärjestössä ja täten se on voimassa Euroopassa. /12, s. 37./

Puomilaitoksen ollessa EN 50125-1:2013- standardin mukainen tarkoittaa se sitä, että sen on:

- oltava toimintakykyinen lämpötila-alueilla -40°C - +55°C
- kestävä 0 – 90 % suhteellista kosteutta em. lämpötila-alueella /12, s. 37/.

3.2.4 Syöttöjännitteet

Puomilaitoksen syöttöjännitteen vaatimuksia ovat, että sen on:

- saavutettava nimellisarvo 24 VDC \pm 15 % moottorijännitteellä, ja sen täytyy toimia vielä 24 VDC \pm 30 % alueella, tai
- saavutettava nimellisarvo 380/220 VAC \pm 10 % 50 Hz moottorijännitteellä, ja sen täytyy toimia vielä 380/220 VAC \pm 20 % 50 Hz \pm 10 % alueella
- magneettijarrun koko jännitealueen täytyy olla tasa- tai vaihtovirtamoottorin käytöstä riippuen 24 V \pm 30 % tai 48 V \pm 20 % /12, s. 38/.

Taulukossa 3 on esitetty em. eri jännitteiden toimintarajat, joilla puomilaitoksen on vielä toimittava.

TAULUKKO 3. Jännitteiden toimintarajat

	Jännitteen toimintarajat							
Toimintajännite	-30 %	-20 %	-15 %	-10 %	+10 %	+15 %	+20 %	+30 %
24 VDC	16,8	19,2	20,4	21,6	26,4	27,6	28,8	31,2
220 VAC	154	176	187	198	242	253	264	286
380 VAC	266	304	323	342	418	437	456	494

Lisäksi puomilaitoksen toimittajan on ilmoitettava laitokselle sopivat ylivirtasuojat, sillä laitos on suojattava sisäisiä ja ulkoisia ylijännitteitä vastaan /12, s. 38/.

3.2.5 Eristystaso

Puomilaitoksen eristystasolta vaaditaan, että sen kytkentäpisteiden tulee kestää:

- 2 kV 50 Hz maata vasten, 1 minuutin ajan
- 2 kertaa nimellisjännitteen verran napojen väliltä, 10 sekunnin ajan
- 3 kV syöksyaalto, 1,2/50 μ s /12, s. 38/.

3.2.6 Varaosat ja tarvikkeet

Puomilaitoksen vaatimukseen kuuluu varaosien kohdalta:

- puomilaitoksen toimittajan täytyy laatia varsinaisen tarjouksen yhteydessä erillinen tarjous, jossa mainitaan laitoksen mukana toimitettavat varaosat ja tarvikkeet
- varaosien täytyy olla sellaisia, että paikalliset huoltohenkilöt pystyvät vaihtamaan osia ja korjausliikkeet kykenevät korjaamaan vioittuneita rakenteiden osia
- varaosien täytyy pystyä kattamaan 5 vuoden varaosatarve /12, s. 38/.

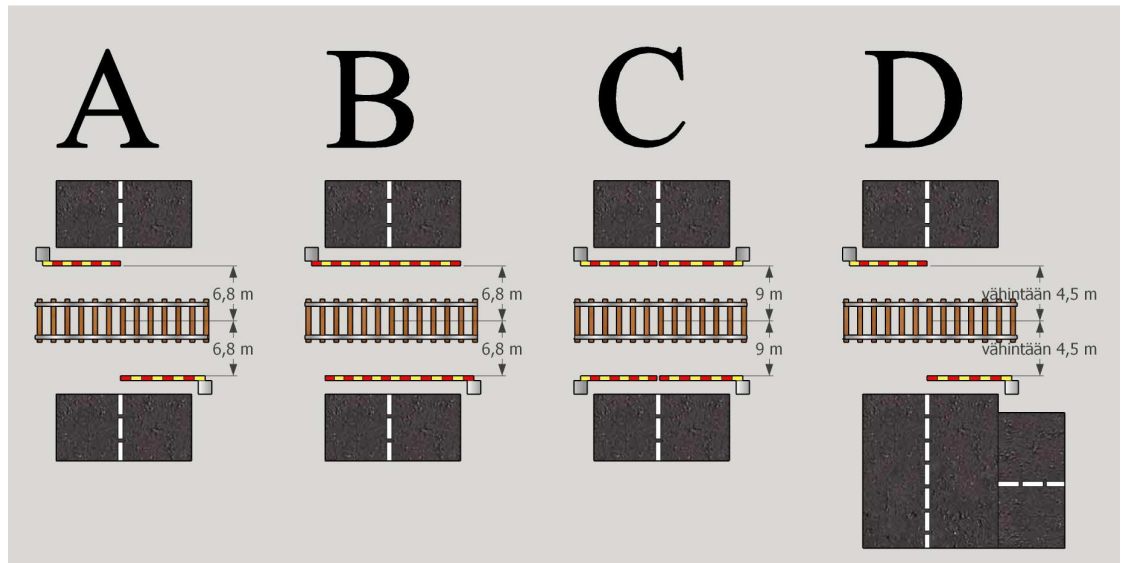
3.2.7 Etäisyydet ja mitat

Eri puomilaitoksille, joita ovat puolipuomit, kokopuomit ja paripuomit, on laadittu vaatimukset etäisyyksistä, jotka niiden pitää täyttää. Etäisyydet mitataan lähimmän

raiteen keskilinjasta. Erikoistapauksille, jolloin normaaleja vaatimuksia ei voida noudattaa, on laadittu omat vaatimukset etäisyyksille.

Uudet puolipuumi- (kohta A kuvassa 7) ja kokopuomilaitokset (kohta B kuvassa 7) on pyrittävä sijoittamaan vähintään 6,8 metrin päähän puomia lähimmän raiteen keskilinjasta, tarkoitus on kuitenkin sijoittaa puomilaitos mahdollisimman lähelle raidetta. On myös erikoistapauksia, jolloin etäisyyttä ei voida noudattaa, näistä esimerkiksi radan suuntaisen tien läheisyyden takia (kohta D kuvassa 7). Tässä tapauksessa etäisyys voi olla pienempi kuin 6,8 metriä, mutta kuitenkin aina vähintään 4,5 metriä puomia lähimmän raiteen keskilinjasta. /12, s. 10 – 11./

Uudet paripuomilaitokset (kohta C kuvassa 7) täytyy sijoittaa kokonaisuudessaan 9 metrin päähän puomia lähimmän raiteen keskilinjasta, kuitenkin mahdollisimman lähelle raidetta /12, s. 11/.



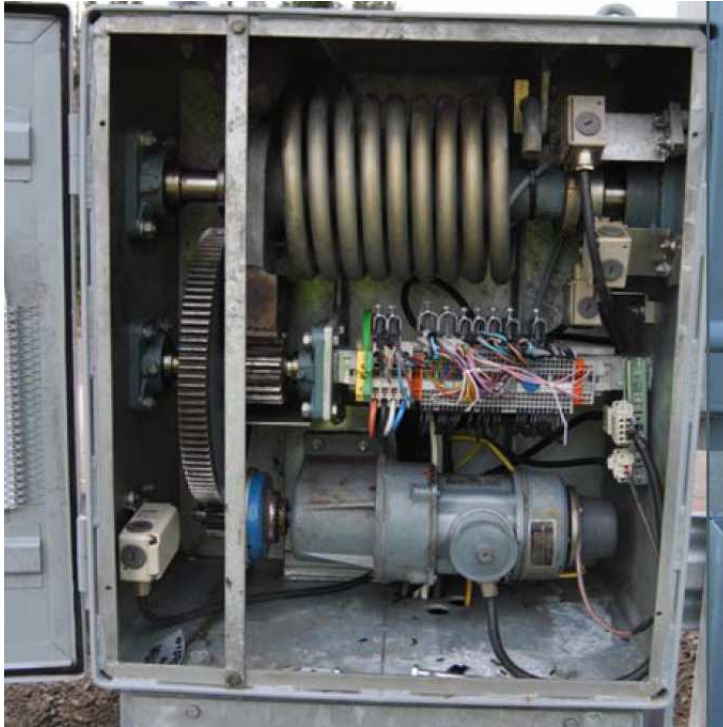
KUVA 7. Puomien etäisyydet raiteen keskilinjasta

Puolipuumilaitoksien asennuksessa on myös huomioitava laitoksen asennusohjeet sekä puolipuomin asennus- ja säätömitat. Laitoksen asennusohjeet ovat esitetty liitteessä 1 ja puolipuomin asennus- ja säätömitat ovat esitetty liitteessä 2.

3.3 Rakenne ja komponentit

Puomilaitoksen rakenteen täytyy täyttää tietyt vaatimukset, jotka sille on laadittu. Rakenteen täytyy olla mahdollisimman yksinkertainen, jotta se on helppo huoltaa ja sen

toimintavarmuus on paras mahdollinen. Puomilaitoksen osat on valittava siten, että ne kestävät hyvin eri olosuhteita, joista vaikuttavimmat ovat ilman lämpötila, kosteus, pöly ja värinä.



KUVA 8. Puominkääntölaite sisältä /12, s. 35/

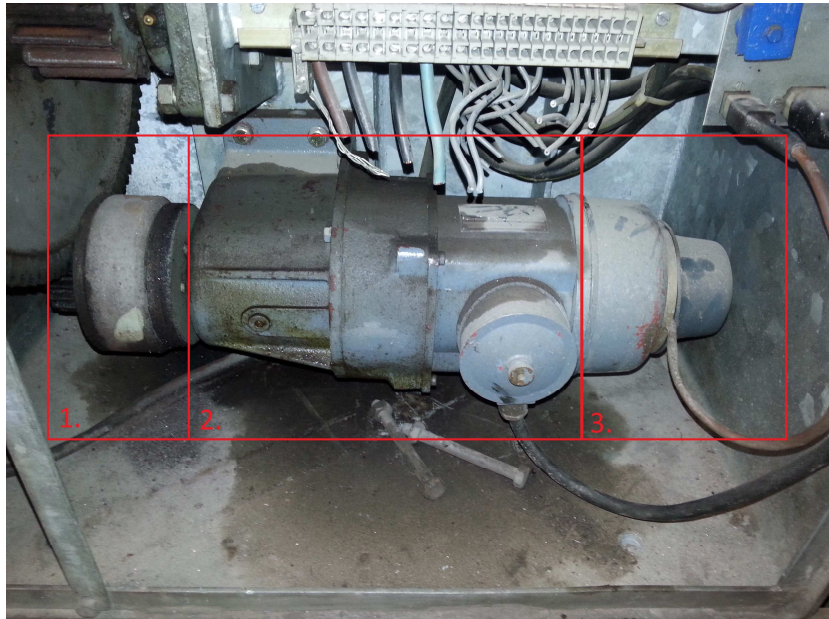
Puomilaitokseen kuuluvat seuraavat sähköiset laitteet:

- tasa- tai vaihtovirtamoottori
- sähkömagneettinen jarrulaite
- kitkakytkin
- jousimekanismi tai vastaava
- rajakytkimet
- diodi
- vilkkuvalaisimet
- oikosulkulenkki
- moottorisuojakytkimet /12, s. 39-40/.

3.3.1 Moottori

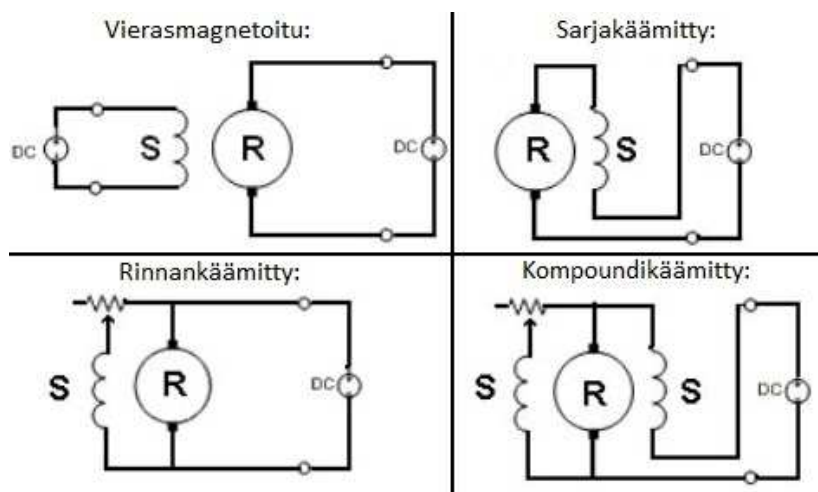
Tasa- tai vaihtovirtamoottorin tehtävä on nostaa ja laskea puomia. Moottorin käyttöjännitteen täytyy olla joko 24 VDC ($\pm 10\%$) tai 380/220 VAC ($\pm 10\%$), 50 Hz, lisäk-

si toiminnan täytyy tapahtua vielä alueilla 24 VDC ($\pm 30\%$) tai 380/220 VAC ($\pm 20\%$), 50 Hz ($\pm 10\%$) /12, s.38/. Tällä hetkellä kaikki käytössä olevat puomilaitokset sisältävät kenttäkäämityn 24 voltin tasavirtamoottorin (kuva 9).



KUVA 9. 24 V Tasavirtamoottori; 1. Kitkakytkin, 2. Moottori + vaihdelaatikko ja 3. Magneettijarru.

Kenttäkäämitetyn tasavirtamoottorin eron yleisvirtamoottorista pystyy huomaamaan siten, että se tarvitsee toimiakseen neljä johdinta kahden sijasta. Kenttäkäämityn tasavirtamoottorin ominaisuuksia voidaan muokata käämien kytkentätavan mukaan, jolla muodostetaan moottorin magnetoitu. Kytkentätapoja ovat vierasmagnetoitu, sarjakäämitty (sarjavirta), rinnankäämitty (sivuvirta) sekä kompondikäämitty (kuva 10).

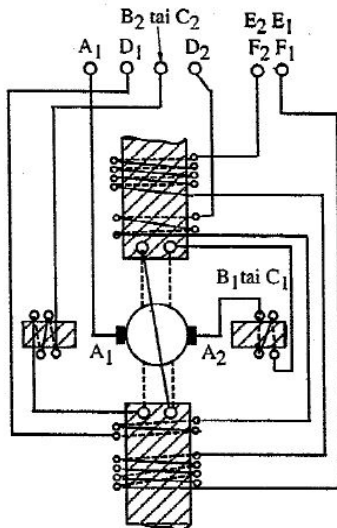


KUVA 10. Kenttäkäämityn tasavirtamoottorin kytkentätavat.

Moottorin liitäntäkotelosta löytyvät liittimet (kuva 11), joiden avulla voidaan kytkeä moottori halutulla magnetoimistavalla. Liitäntäkotelon liittimet ovat:

- $A_1 - A_2$ = ankkurikäämitys (roottori), kytkennän napaisuus vaikuttaa pyörimissuuntaan
- $B_1 - B_2$ = kääntönapakäämitys
- $C_1 - C_2$ = kääntönapa- ja kompensointikäämitys
- $D_1 - D_2$ = sarjakäämitys
- $F_1 - F_2$ = vierasmagnetointi
- $E_1 - E_2$ = sivuvirtakäämitys.

Kytkenässä täytyy huomioida muun muassa magnetoimis- ja ankkurivirta sekä niiden suunnat ja koneen pyörimissuunta.



KUVA 11. Moottorin liitäntäkotelon liittimet

Puomilaitoksien kenttäkäämitetyssä tasavirtamoottorissa on käytetty rinnankäämitettyä kytkentätapaa (sivuvirtamoottori). Tämä kytkentätapa tarjoaa moottorille suuren nopeuden ja pienen momentin. /15./ Rinnankäämitetty kytkentätapa moottorissa poikkeaa vierasmagnetoidusta kytkentätavasta vain siten, että siinä magnetointiteho otetaan samasta sähkölähteestä kuin ankkuriteho.

Pyörimisnopeuden säätöön rinnankäämitetty kytkentä sopii huonosti, sillä tärkeintä säätötapaa, ankkurijännitteen säätöä ei voida suorittaa. Puomilaitoksen moottorin kytkennässä ei ole käytetty säädettävää vastusta (kuva 10), jolloin sarjaresistanssi on 0. Tästä johtuen muutettaessa jännitettä muuttuu magnetoimisvirta samassa suhteessa kuin

ankkurijännite, jolloin pyörimisnopeus pysyy lähes samana. Magnetoimisvirran pienentyessä pienenee myös päävuo ja täten vääntömomentti pienenee. Pyörimisnopeutta voidaan muuttaa vain heikentämällä magneettikenttää magneettiin asetetulla vastuksella tai säätämällä ankkuriin resistiivistä jännitehäviötä. Magneettiin asetettu vastus pienentää magneettiin virtaa, jolloin pyörimisnopeus pienenee.

Puomilaitoksen moottorin pyörimisnopeutta säädetään, kun puomi nousee ylöspäin, tähän on käytetty magnetoimispiiriin asetettua vastusta (Liite 3). Tätä menetelmää käytettäessä on huomioitava, ettei käynnistyksen aikana magnetoimisvirtaa rajoiteta nimellistä pienemmäksi. /23./ Suunnanvaihtaminen tapahtuu kääntämällä jännitteen napaisuus moottorin roottorissa. Puomilaitoksessa moottorin ohjaaminen ja suunnanvaihto on suoritettu tasoristeyslaitoksessa sijaitsevilla kontaktoreilla. Esimerkkikytkentä moottorin ohjaamisesta, nopeuden säädöstä puomin mennessä ylös ja suunnanvaihdoista on esitetty liitteessä 3.

Käytetyn tasavirtamoottorin arvokilvestä (kuva 12), voidaan lukea seuraavat tiedot: moottorin numero, valmistusvuosi, moottorin malli, teho, moottorin toimintajännite, nimelliskäyttötapa, kierrosnopeus/vaihdelaatikon tuottama kierrosnopeus, magneettijarrun toimintajännite, eristysluokka, IP-luokka, asennusasento sekä VDE-hyväksyntä.

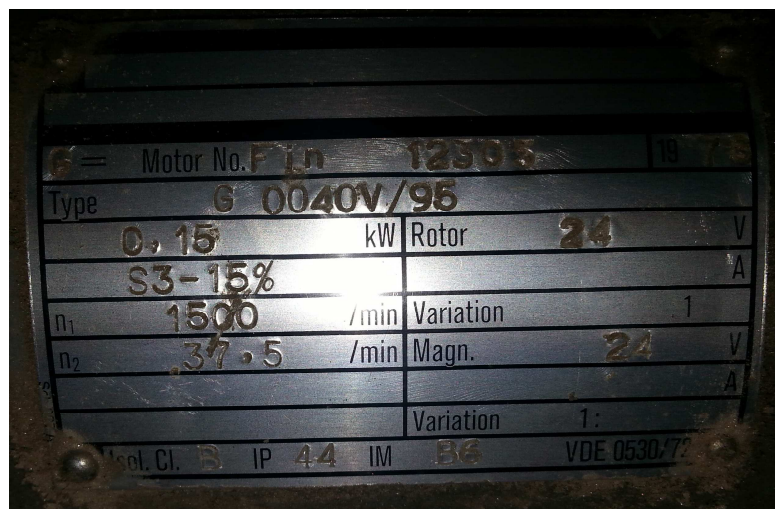
Nimelliskäyttötapa kertoo, mihin käyttöön moottori on soveltuva. Kyseisen moottorin nimelliskäyttötapa on S3 – 15 %, joka tarkoittaa, että moottori on suunniteltu jaksolliseen ajoittaiskäyttöön (S3) ajoittaiskäyttökertoimen ollessa 15 % käyttöjakson pituus on 10 minuuttia. Ajoittaiskäyttökertoimen ilmoittaa toimintajaksojen ja taukojen välisen suhteen. Ajoittaiskäyttökertoimen ollessa 15 % ja käyttöjakson pituuden ollessa 10 minuuttia tarkoittaa sitä, että moottoria kuormitetaan 1,5 minuuttia ja tämän jälkeen pidetään 8,5 minuutin tauko /16, s.19/. Nimelliskäyttötapojen ovat luokiteltu S1 - S10 luokkiin, jotka ovat esitetty liitteessä 4.

Moottorin pyörimisnopeuden ilmoittamiseen käytetään merkintätapana n_1 , joka kertoo moottorin kierrostenlukumäärän per minuutti. Arvokilvestä (kuva 12) voidaan huomata pyörimisnopeuden olevan 1500 r/min, joka on aivan liian suuri nopeus puomilaitoksen puomin nostamiseen ja laskemiseen. Pyörimisnopeuden pienentämiseksi moottorissa on käytetty vaihdelaatikkoa, joka pienentää akselin pyörimisnopeutta. Tämän

pyörimisnopeuden merkintätapana käytetään n_2 , joka on tällä moottori- ja vaihdelaatikkokombinaatiolla 37,5 r/min.

Eristysluokka (Isol. Cl.) kertoo moottorin käämityksen lämpötilankeston, joka on jaettu kolmeen eri luokkaan B, F ja H. Eristysluokista H kestää korkeimpia lämpötiloja ja B matalimpia. Kyseisen moottorin eristysluokka on B, joka tarkoittaa muun muassa moottorin käämien kestävän 80°C ympäristön lämpötilan ollessa +40°C. Eri eristysluokat ovat esitetty liitteessä 5.

IPxx-suojausluokitus kertoo moottorin olevan suojattu erittäin pieniä kappaleita (hal-kaisija > 1 mm) ja vesiroiskeita vastaan. IPxx-suojausluokitukset on esitetty liitteessä 6. Asennusasento (IM) antaa tietoa, mihin asentoon moottori on suunniteltu asennettavaksi, tässä tapauksessa B6-asentoon. Asennusasento määrittää IM-tunnuksen avulla IEC-34-7:n mukaisesti. B6-asento tarkoittaa, että moottori tulee asentaa seinälle jaloistaan akselin ollessa vaakasuuntaisesti. Asennusasennot ovat esitetty liitteessä 7.



KUVA 12. Tasavirtamoottorin arvokilpi

Jatkuvan vääntömomentin on oltava puomin akselilla 40-80 kpm (kilopondimetriä), joka voidaan rajoittaa esimerkiksi kitkakytkimen avulla /12, s. 37/. 40-80 kpm on SI-järjestelmän mukaiseen yksikköön Newtonmetriin muutettuna 392-785 Nm. Liikenneviraston ohjeistuksessa vääntömomentit on annettu kilopondimetreissä, joka on epästandardi tekninen mittajärjestelmä. Kilopondimetri on kilogramman massa vaikuttava painovoiman suuruinen voima, joten kilopondimetrin muuntaminen Newtonmetreiksi voidaan muuntaa kaavalla 1. /17, s.183/.

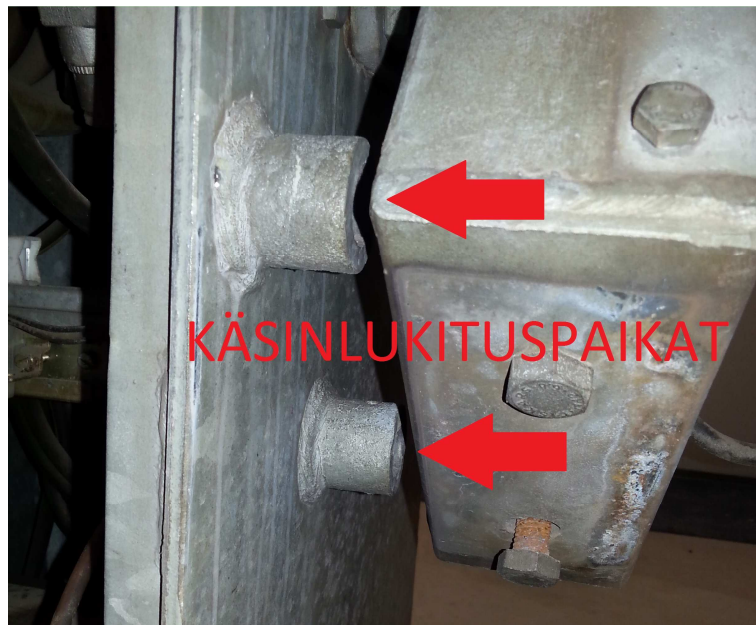
$$M = kpm * g$$

(1)

jossa M on vääntömomentti (Nm), kpm on kilopondimetriä ja g on gravitaatiovakio (9,81N)

3.3.2 Jarru

Puomilaitteen vaatimuksiin kuuluu, että puomi täytyy voida lukita ylä- ja ala-asentoon. Lukitseminen suoritetaan sähkömagneettisen jarrun avulla. Toteuttaminen on suoritettu valitsemalla moottori, jossa on sähkömagneettinen jarru (kuva 9). Sähkömagneettisen jarrun on toimittava niin, että se on virraton kääntöliikkeen aikana ja virrallinen puomin ollessa paikallaan. Jarrun toimintajännitteen täytyy olla 24 V (± 30 %) käytettäessä tasavirtamoottoria ja 48 V (± 20 %) käytettäessä vaihtovirtamoottoria. Puomin täytyy olla myös lukittavissa ylä- ja ala-asentoon käsin (kuva 13). Lukitus tapahtuu käyttämällä lukitustappia, jolla voidaan lukita puomi, niin ettei se pääse nousemaan tai laskemaan /12, s. 37./ Lisäksi magneettijarrun rinnalle asennetaan diodi, jonka tehtävänä on suojata virtapiirissä olevien releiden koskettimia palamiselta /12, s. 39/.



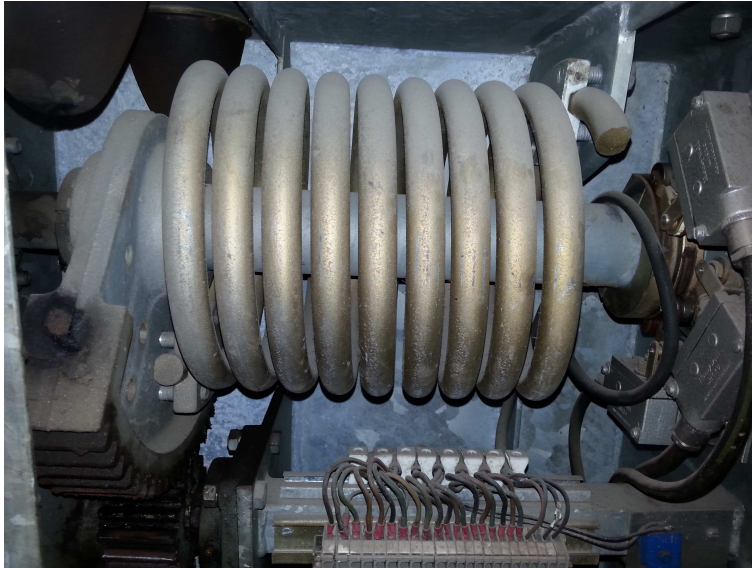
KUVA 13. Puomin käsinlukitus

3.3.3 Kitkakytkin

Kitkakytkimen tarkoitus on luistaa, jos puomi laskeutuu ajoneuvon päälle, tällöin ajoneuvo säilyy vaurioitta ja puomilaitoksen moottori suojautuu rikkoontumiselta /12, s.10/. Kytkimissä on olemassa monia eri rakenteita, jotka jaetaan akselinkytkimiin ja -liitoksiin. Kitkakytkimet kuuluvat akselinkytkimiin, jotka nekin voidaan jaotella kitkapintojen lukumäärän ja muodon mukaan sekä siihen liittyvän käyttövoiman ja ohjauksen mukaan. Kitkakytkin tunnetaan myös nimellä ylikuormakytkin. Kitkakytkimellä liitetään kaksi pyörivää akselia toisiinsa, jolloin voidaan muuttaa vääntömomenttia kitkapinnoissa tapahtuvan kitkavoiman välityksellä. Vääntömomentin säätö tapahtuu kytkimessä olevan kiristysmutterin tai ruuvien avulla. Kitkakytkimiä löytyy eri toimintamallisina, joita ovat esimerkiksi kitkatoimiset, kuula- sekä rullatoimiset ja paineilmatoimiset /18, s. 23/. Puomilaitoksissa on käytetty kitkatoimisia kitkakytkimiä, joiden kitkapinnat luistavat toisiinsa nähden kun kitkavoima voitetaan, näin ollen vääntömomenttia voidaan rajoittaa. Liikenneviraston mukaan kytkimen vääntömomentin täytyy olla aseteltavissa 40 - 80 kpm /12, s.37/.

3.3.4 Jousimekanismi

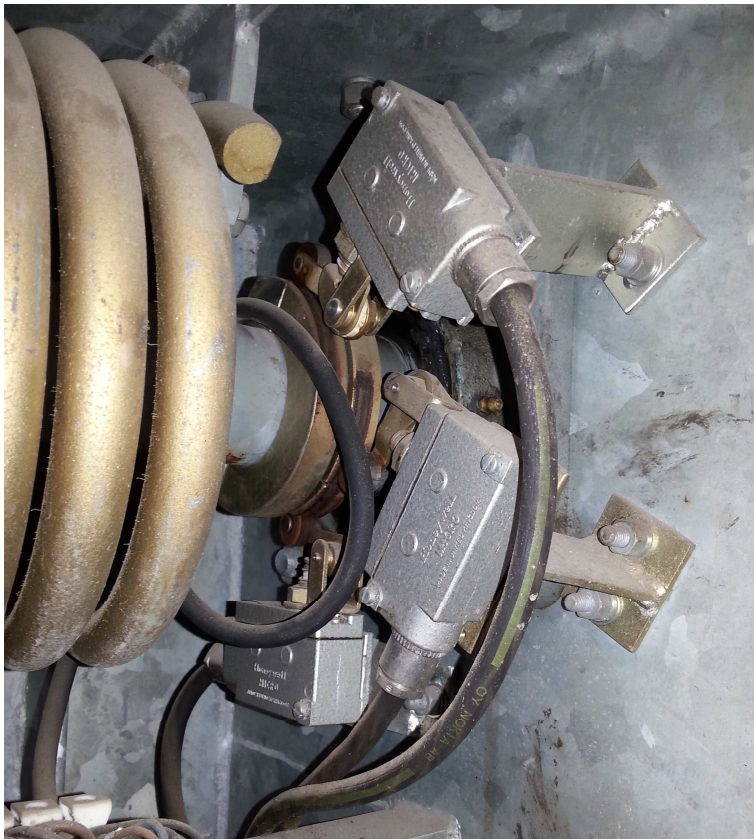
Jousimekanismi (kuva 14) asettaa puomin n. 60° kulmaan vaakatasoon nähden puomimoottorin mennessä jännitteettömäksi laskeutumishetkellä tai jarruvian sattuessa puomin ollessa yläasennossa. Edellä mainittujen vikojen sattuessa tulee lähtömomentin olla 20-40 kpm, joka vastaa 196,2 - 392,4 Newtonmetriä. Jousen toinen tarkoitus on myös saada puomi pysähtymään pehmeästi ylä- ja ala-asentoon, jonka Liikennevirasto vaatii /11, s. 167; 12, s.37/. Liikennevirastolla ei ole vaatimusta järjestelmän toteutustavasta, niin että ko. järjestelmä täytyisi valmistaa jousella, vaan tilalla voidaan käyttää myös muita tekniikoita, joilla saadaan edellä mainitut toiminnot tehtyä. Jousen käyttämiseen on päädytty, koska se on erittäin toimintavarma ja kustannustehokas, se on halpa ja se kestää eri olosuhteita (lämpötila, pöly, tärinä, yms.) hyvin.



KUVA 14. Puomilaitoksen jousimekanismi

3.3.5 Anturit

Antureiden tarkoitus on antaa valvontatieto puomin ollessa ylä- ja ala-asennossa sekä ohittaessa 60° asteen kulman vaakatasoon nähden. Puomia on valvottava sen ollessa paikallaan /11, s. 167./ Antureiden täytyy toimia sulkeutuvina puomin ollessa ylä- ja ala-asennossa sekä 60° asteen väliasennossa. Antureiden paikat täytyy suunnitella niin, että niiden toimintapisteet ovat säädettävissä. Antureiden valintakriteereinä ovat, että niiden katkaisukyky on vähintään 2 A/24 VDC ja suojausluokan tulee olla IP44 tai parempi /12, s.37./ IP44-suojausluokka tarkoittaa, että se on suojattu erittäin pieniä kappaleita sekä vesisuihkua vastaan /19/. IPxx-suojausluokitukset ovat esitetty liitteessä 3. Puomilaitoksissa on käytetty mekaanisia rajakytkimiä (kuva 15) sekä induktiivisia antureita.



KUVA 15. Puomin mekaaniset asentokytkimet

Mekaaninen rajakytkin tekee tunnistamisen mekaanisesti, joka vaatii selvän kosketuksen. Mekaanista rajakytkintä käytettäessä sen hyvinä puolina ovat sen luotettavuus ja toimiakseen tarvitsee vain kaksi johdinta. Sen sijaan huonoina puolina ovat hidas kytkentänopeus (2-10 ms) ja häiriötekijät, joita ovat muun muassa liiallinen mekaaninen rasitus, lika, pöly ja olosuhteet. /20./

Induktiivinen anturi (kuva 16) sisältää kelan, oskillaattorin ja virtalähteen/lähettimen. Oskillaattori tuottaa kelalle tietyn taajuuden (voi olla jopa 5000 Hz), näin ollen kelan lähelle tuotu metalli muuttaa taajuutta, jolloin tunnistaminen tapahtuu. Induktiivista anturia käytettäessä sen hyvinä puolina ovat mekaaninen kestävyys, sillä se on kosketukseton anturi ja sillä on korkea elinikä. Huonoina puolina ovat sen asentamisen vaativuus, sillä se täytyy asentaa sopivalle etäisyydelle (2 mm – 20 mm, johon vaikuttaa metallin materiaali ja induktiivisen anturin fyysinen koko) ja tarpeeksi tiukasti, ettei etäisyys pääse muuttumaan. Anturia ei saa upottaa metallisyvennyksiin tai paikkoihin joissa on metallipölyä, eikä paikkoihin joissa on voimakas magneettikenttä. Tunnistusetäisyyden pidentäminen kasvattaa induktiivisen anturin kokoa, sekä se tarvitsee toimiakseen kolme johdinta. /20./



KUVA 16. Induktiivinen anturi

3.3.6 Moottorinsuojakytkin

Moottorisuojakytkimet sijaitsevat tasoristeyslaitoksessa, ja niiden tehtävänä on suojata syöttöjohtimia sekä akustoa mahdollisilta ylivirroilta tai oikosuluilta /12, s. 40/. Moottorisuojakytkimien virka on myös toimia moottoreiden manuaalisina virran katkaisijoina (ON/OFF). Moottorisuojakytkimet ovat kustannustehokas tapa suojaukseen, sillä sitä käytettäessä ei tarvita erillisiä sulakkeita, näin ollen säästetään tilaa sekä kustannuksia. Oikosulkutilanteissa moottorisuojakytkin kykenee sammuttamaan moottorin muutamassa millisekunnissa /21./ Moottorinsuojakytkimen asetusarvon tulee olla hieman suurempi kuin moottorin nimellisvirta, jolloin asetusarvo on noin 7 ampeeria /12, s. 40/. Moottorin nimellisvirta voidaan laskea kaavasta 2, kun tiedetään moottorin käyttöjännite (24 VDC) ja teho (150 W).

$$P = U * I \rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{150W}{24V} = 6,25A \quad (2)$$

jossa P on moottorin teho (W), U on käyttöjännite (V) ja I on nimellisvirta (A)

3.3.7 Muut komponentit

Puomilaitteen puomissa tulee olla vilkkuvalaisimet ja oikosulkulenkki. Valoja täytyy olla kaksi punaista ja yksi keltainen, joiden täytyy vilkkua, kun puomi on 0°-60° asteen kulmassa vaakatasoon nähden /12, s.40/. Puomin varren päässä on myös valoyksikkö, joka näyttää vilkkuvaa keltaista valoa radalle päin puomin ollessa alhaalla.

Puomin varren tulee olla päällystetty puna-keltaisella heijastinkalvolla, 500 mm levein raidoin /12, s.10./ Puomi sijoitetaan mahdollisimman kohtisuoraan, sillä suljettua väylää nähden ja puomin pituus mitoitetaan siten, että se sulkee kevyen liikenteen väylän tai yhden ajokaistan /11, s.167/. Oikosulkulenkki sijaitsee puomin varressa, jonka kautta kulkee puomin valvontapiiri. Puomiin törmätessä murtopultit murtuvat ja puomi irtaana, tällöin irtaana oikosulkulenkki, joka katkaisee valvontapiirin antaen vikailmaisun /12, s. 40./ Puomin akselissa täytyy olla läpivienti valojen ja valvonnan liitäntäjohtoille. Liitäntäjohtoille täytyy olla vähintään $4 \times 0,75 \text{ mm}^2$ pikaliitin (kuva 17), joka sijaitsee puomilaitoksessa /12, s. 37./



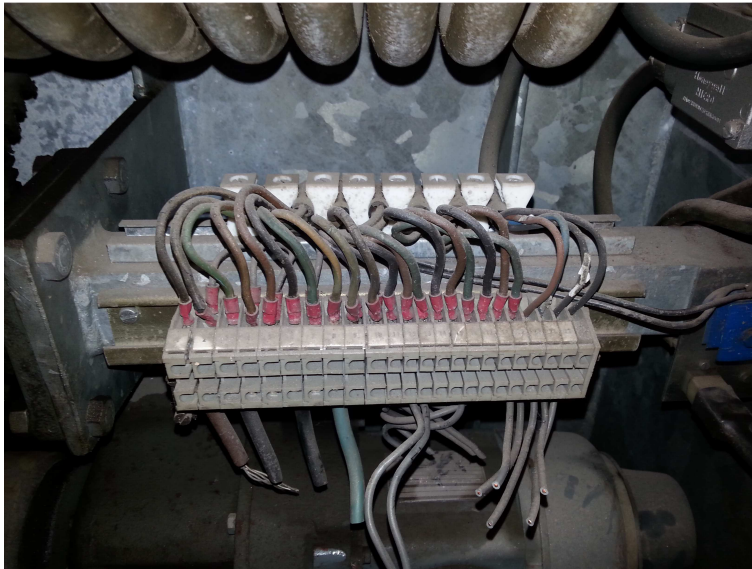
KUVA 17. Puomin valojen ja valvonnan liitäntäjohtojen pikaliitin

Puomilaitoksien puomeissa täytyy olla murtopultti (kuva 18), jonka tehtävänä on antaa periksi eli murtua, ajoneuvon siihen törmätessä /12, s. 10/. Murtopultin murtumisen täytyy tapahtua 50 Newtonin voimalla /11, s. 167/. Näin ollen puomi ei aiheuta suurta vastusta siihen törmäävälle ajoneuvolle.



KUVA 18. Murtopultti joka katkeaa 50 Newtonin voimalla

Lisäksi puomilaitoksessa täytyy olla kytkentärima (kuva 19), joka on varustettu riviliittimillä sekä vedonpoistoilla. Kytkenäriman täytyy olla paikassa, johon on helppo päästä käsiksi. Riviliittimet tulee numeroida selkeästi ja riviliittimiin tulevat johtimet on päätettävä johdonpääteholkeilla, jolloin johtimien johdinsäikeet kestävät paremmin rasitusta. Puomilaitokseen tulee kaksi maakaapelia, joiden halkaisija on 15 – 30 mm. Maakaapeleiden säikeet ovat moottorille (4 kpl 10 mm²) ja ohjaukseen (12 kpl 1,0 – 1,5 mm²) /12, s. 37/. Ohjaustieto puomi-, tieopastin- ja varoituskellolaitteille on toteutettu fail-safe -lepovirtaperiaatteella /12, s. 9/. Fail-safe -toimintaperiaate tarkoittaa sitä, että havaitessa vika, häiriö tai muu virhe järjestelmä asetetaan turvallisimpaan mahdolliseen tilaan.



KUVA 19. Riviliittimet ja vedonpoistot

3.4 Varoituslaitoksen toiminta ja toimintatilat

Varoituslaitoksen hälytys voi tulla usean eri ehdon ohjaamana. Yhdenkin hälytystä edellyttävän ehdon ollessa voimassa ei hälytys saa päättyä. Raideosuus, jolla on useampia raiteita, hälytys ei saa päättyä, jos hälytyksen täyttämä ehto on voimassa jollakin raiteella /11, s. 155/.

Varoituslaitoksessa on viisi eri toimintotilaa, joita ovat perustila, hälytys, automaattinen sekä käsikäyttöinen toiminto ja poistotoiminto. Eri toimintatiloja voidaan vaihtaa kytkimistä, jotka sijaitsevat taseysteyslaitoksessa. Toimintatiloja tarvitaan muun muassa vaihtotöiden aikana sekä laiterikkojen tai vikojen turvalliseen korjaamiseen.

3.4.1 Perustila

Perustilassa ollessa puomilaitoksen ei tule hälyttää. Tällöin puomilaitoksen puomien tulee olla ylhäällä ja tieopastimien on näytettävä valkoista valoa, joka vilkkuu hitaasti (30 – 39 krt/min) sekä varoituskellot eivät saa soida. Perustila on tila, jolloin tasoristeykseen ei ole tulossa junaa. /11, s. 155; 12, s. 13./

3.4.2 Hälytys

Akselilaskuri tai kiskosilmukka tunnistaa tasoristeystä lähestyvän junan. Tunnistuksen tapahduttua alkaa etusoittoaika, jonka aikana tieopastimien valkoinen vilkkuva valo sammuu ja punaiset varoitusvalot alkavat vilkkua (60 – 80 krt/min), samaan aikaan myös varoituskellot alkavat soimaan (100 krt/min). Etusoittoaika on aika, joka kuluu tasoristeykseen lähestyvän junan tunnistamisesta hetkeen, jolloin puomilaitoksen puomit alkavat laskeutua /12, s. 6/. Puomilaitoksen toiminta-ajat ja niiden järjestys on esitetty taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Puomilaitoksen toiminta-ajat ja järjestys /11, s. 156/

	Toiminto	Vaadittu aika	Huomautus
1.	Etusoittoaika	≥ 10 sekuntia	Huomioitava puomien keskinäinen etäisyys
2.	Puomien laskeutumiselle varattu aika	10 sekuntia	
3.	Tasoristeyksestä pois johtavan kais-tan sulkevan puomin laskeutumiselle varattu aika	8 sekuntia	Vain paripuomeilla varustetulla varoitustulaitoksella
4.	Varoaika	10 sekuntia	

Etusoittoaika on minimissään 10 sekuntia, ja sen vaadittu aika riippuu puomien keskinäisestä etäisyydestä. Etusoittoaikaan täytyy lisätä 1 sekunti jokaista metriä kohti, jolla radan eri puolilla olevien puomien keskinäinen tien suuntainen etäisyys ylittää 10 metriä /11, s. 156./ Etusoittoajan jälkeen puomilaitoksen puomit alkavat laskeutua ja samalla puomin varressa olevat valoyksiköt alkavat vilkkua. Junan ensimmäisen pyöräparin saavuttua tasoristeyksen tieosuudelle lopetetaan varoituskellojen soittaminen

ja viimeisen pyöräparin jättäessä tasoristeyksen tieosuuden, puomit lähtevät nousemaan ylös. Tieopastimien ja puomin varren valoyksiköiden on näytettävä punaista valoa niin kauan kunnes puomi saavuttaa n. 60° kulman, tämän jälkeen tieopastimien tulee näyttää valkoista vilkkuvaa valoa. /12, s. 10./

Tasoristeys, joka on varustettu paripuomeilla, täytyy tasoristeykseen johtavien kaistojen puomien laskeutua etusoittoajan jälkeen, ja pois johtavien kaistojen puomit täytyy ohjata laskeutumaan 10 sekunnin kuluttua siitä, kun johtavien kaistojen puomit alkavat laskeutumaan /11, s. 156./ Näin ollen voidaan estää esimerkiksi auton juuttuminen tasoristeysalueelle. Tasoristeys, jossa ei ole puomilaitosta, täytyy hälytyksen (”etusoittoajan”) olla vähintään 20 sekuntia, ennen kuin juna saapuu tasoristeykseen /11, s. 156/.

3.4.3 Hälytyksen ehdot

Hälytyksen ehtoihin kuuluu, että hälytys ei saa alkaa raideosuuden varautuessa, joka on hälytysosuudella, kun kyseessä olevan tieosuuden ja raideosuuden välillä on Seisopastetta näyttävä tasoristeystä suojaava opastin sekä kulkutietä ei ole varmistettu tasoristeyksen kautta /11, s. 163/.

Varoituslaitos täytyy ohjata hälyttämään, hälytysosuudella olevan raideosuuden varautuminen tasoristeyksen kautta turvalla kulkutiellä siten, että varoituslaitos hälyttää kohdan 3.3.2 mukaisesti vaaditun ajan ennen yksikön saapumista risteykseen, joka ajaa kulkutien suurinta nopeutta. Vaaditun hälytysajan mitoittamisessa on käytettävä kulkutien mukaisena nopeutena, joko hälytysosuuden nopeusrajoitusta tai nopeusrajoitusta, kuitenkin enintään 50 km/h nopeutta vaihtokulkutiellä /11, s. 163./

Varoituslaitoksen tieosuuden ja tasoristeystä suojaavan opastimen välillä olevan raideosuuden varautumisen on kulkuteistä riippumatta ohjattava varoituslaitos hälyttämään kohdan 3.3.2 mukaisesti käyttämällä enintään 50 km/h nopeusrajoitusta hälytysosuudella /11, s. 163./

Hälytyksen aloittamiselle voidaan myös esittää lisäehtoja, jos se johtuu hälytysosuudella olevan raideosuuden varautumisesta. Lisäehdot ovat:

- varoituslaitos ohjataan hälyttämään vaaditun hidastusajan jälkeen raideosuuden varautumisesta
- varoituslaitoksen täytyy hälyttää junakulkutien ollessa varmistettu kyseisen tasoristeyksen ja raideosuuden kautta sekä raideosuuden ollessa varattu
- varoituslaitoksen täytyy hälyttää vaihtokulkutien ollessa varmistettu kyseisen tasoristeyksen ja raideosuuden kautta sekä raideosuuden ollessa varattu
- varoituslaitoksen täytyy hälyttää raideosuuden ollessa varattu, ellei ole annettu paikallislupaa, johon raideosuus liittyy
- varoituslaitoksen täytyy hälyttää raideosuuden ollessa varattu, ellei vaihde ole hälytysosuudella asennossa, joka ei johda tasoristeykseen varatulta raideosuudelta
- varoituslaitos ei saa raideosuuden ollessa varattu, jos käytetään poistotoimintoa (kohta 3.3.6) kyseisellä rataosuudella /11, s. 164./

Korvauskytkintä käytettäessä, varoituslaitoksen on mentävä perustilaan (kohta 3.3.1). Korvauskytkin poistaa myös käytöstä asetinlaitteen ehdot, jotka liittyvät varoituslaitoksen toimintaan /11, s. 164/.

3.4.4 Automaattinen toiminto

Automaattista toimintoa eli automaattista hälytystä käytettäessä, täytyy varoituslaitoksen olla käytössä (käyttökytkin (tunnus KK) päällä, asennossa ”käytössä”). Käyttökytkin sijaitsee tasoristeyksen laitetilän ulkoseinällä olevassa kotelossa. Tällöin hälytys alkaa heti kun juna saapuu hälytysosuudelle ja hälytys loppuu automaattisesti, kun junan viimeinen pyöräpari ohittaa tasoristeyksen kohdalla olevan eristetyt raideosuuden, akselilaskurin tai kiskosilmukan. Hälytyksen aloittamisen ehtojen täytyessä (3.3.3 Hälytyksen ehdot) on varoituslaitos ohjattava hälyttämään. /12, s. 14./

Yksiköiden joiden nopeus on rajoitusten mukainen, hälytys alkaa varoituslaitoksessa, jossa ei ole puomeja vähintään 20 sekuntia ja puomilaitoksessa vähintään 30 sekuntia, ennen kuin juna saapuu tieosuudelle (ks. taulukko 3). Hälytyksen aloittamista voidaan viivästyttää, jos taulukko 4 määritetyt ajat varoituslaitoksen hälytykselle ylittyvät ennen junan saapumista tasoristeykseen, jonka nopeus on nopeusrajoitusten tai hälytysosuuden nopeusrajoituksen mukainen. /12, s. 15./

Hälytyksen aloittamista on viivästettävä, jos taulukossa 4 määritetyt ajat varoituskelloksen hälytykselle ylittyvät yli 10 sekuntia ennen junan saapumista tasoristeykseen, jonka nopeus on nopeusrajoitusten tai hälytysosuuden nopeusrajoituksen mukainen. Viiveaika hälytykselle määritellään siten, että junan, jonka nopeus on nopeusrajoitusten tai hälytysosuuden nopeusrajoitusten mukainen, täytyy hälytyksen täyttää taulukossa 4 asetetut vaatimukset hälytysajan pituudelle. /12, s. 15./

Hälytysosuuden vapautumisen jälkeen on hälytyksen jatkuttava 40 sekunnin ajan, jos tieosuus ja raideosuudet, jotka ovat hälytysosuuksilla, eivät varaudu ja vapaudu junan kulkusuunnan mukaisessa järjestyksessä sekä hälytysosuus on ollut varattuna. Jonkin hälytystä edeltävän ehdon (kohta 3.3.3) tullessa voimaan 40 sekunnin aikaviiveen aikana ei hälytys saa päättyä. Raideosuus, jolla on useampia raiteita, ei hälytys saa päättyä, jos yksikin hälytystä edeltävä ehto (kohta 3.3.3) on voimassa jonkin raiteen osalta. /12, s. 15./

Varoituskellojen soiton tulee loppua, kun junan ensimmäinen pyöräpari saapuu tieosuudelle /12, s. 15/. Hälytys, jonka on aiheuttanut hälytysosuuden varautuminen, on hälytyksen päättyttyä, kun tieosuus ja raideosuudet, jotka ovat hälytysosuuksilla, varautuvat ja vapautuvat junan kulkusuunnan mukaisessa järjestyksessä /12, s. 15/.

Varoituskelloksen hälytyksen on päättyttävä, jos sillä ei ole tieosuutta, 5 sekuntia siitä, kun ensimmäisen hälytysosuuden raideosuudet vapautuvat, junan kulkusuuntaan nähden /12, s. 15/.

Tasoristeyksen läheisyydessä olevat junaliikenteen opastimet, jotka ovat ennen risteystä, on ne liitettävä varoituskelloksen toimintaan /12, s. 15/.

Varoituskello täytyy ohjata hälyttämään uudelleen, jos tasoristeyksen jälkeinen hälytysosuus ei vapaudu 5 minuutin kuluttua siitä, kun sen on varannut tasoristeyksen kautta kulkenut juna. Hälytys loppuu, kun käytetään käyttökytkintä, poistopainiketta tai poistokytkeä tai lähdetään pois laitoksen toiminta-alueelta. Hälytyksen uudelleen alkaminen estetään linjalaitoksella, niiden hälytysosuuteen kuuluvien raideosuuksien kohdalla, jotka saattavat jäädä varatuiksi tasoristeyksen kautta kulkeneen junan pysähtyttyä opastimelle. /12, s. 15./

3.4.5 Käsikäyttöinen toiminto

Käsikäyttöisen toiminnan tarkoitus on, että voidaan asettaa varoituslaitos hälyttämään käsikäyttöisesti, jota tarvitaan muun muassa vaihtotöiden aikana. Tällöin varoituslaitoksen toiminta-alueella oleva juna ei aiheuta hälytystä. Toiminta-alueita ovat esimerkiksi rautatieliikennepaikka ja ratapiha. /12, s. 16./

Käsikäyttöistä toimintaa varten varoituslaitoksessa on käyttökytkimen (tunnus KK) lisäksi varoituskytkimiä (tunnus TK) ja raidekohtaisia varoituspainikkeita (tunnus TR ON ja TR EI). Varoituskytkin (TK) sijaitsee käyttökytkimen mukaisesti tasoristeyksen laitetilän ulkoseinällä olevassa kotelossa. Varoituspainike (TR ON/EI) täytyy sijoittaa siten, että vaihtotyötä tekevät henkilöt voivat saavuttaa sen helposti. /12, s. 16./

Automaattinen varoitus voidaan tarvittaessa lopettaa poistopainikkeiden (tunnus PP ja PP EI) avulla. Halutessa poistaa jokin raide automatiikasta on sitä varten olemassa poistokytkin (tunnus P), ja hälytysosuuksilla tehtäviä vaihtotöitä varten on käytettävissä palautuspainike (tunnus PAL). /12, s. 16./

Käyttökytkimellä voidaan varoituslaitos poistaa käytöstä. Varoituslaitoksen käytöstä poistamisen jälkeen täytyy tieopastimien valojen sammua, varoituskellojen soiton loppua ja tiepuomit nousevat ylös /12, s. 16./

Raidekohtaisilla varoituspainikkeilla (tunnukset TR ON ja TR EI) voidaan varoituslaitte ohjata hälyttämään käsikäyttöisesti siten, että junan ohitettua tasoristeys hälytys päättyy automaattisesti. Varoituspainikkeella TR ON saadaan varoituslaitos hälyttämään, ja painikkeella TR EI voidaan lopettaa hälytys. Lisäksi hälytyksen on päättyttävä varoituslaitoksen automaattisen toiminnan mukaisesti. Painikkeissa täytyy olla käyttämisen ilmaisu, joka ilmoittaa, onko kyseinen painike päällä vai ei. /12, s. 16./

Varoituskytkimellä (TK) voidaan asettaa varoituslaitos hälyttämään, hälytyksen saa loppumaan vain kääntämällä varoituskytkintä, täten hälytys ei lopu automaattisesti. Varoituslaitoksessa on kaksi varoituskytkintä, joista toinen sijaitsee varoituslaitoksen laitetilassa ja toinen tasoristeyksen laitetilän ulkoseinällä olevassa kotelossa. Kytkimen lukumäärän ollessa kaksi tarkoittaa se sitä, että hälytys loppuu vain sillä kytkimellä

millä se on asetettukin. Myös varoituskytkimen täytyy sisältää käyttämisen ilmaisu. /12, s. 16 - 17./

Poistopainikkeella (PP) voidaan poistaa hälytys käytöstä. Varoituslaitoksessa täytyy olla poistopainike, silloin kun, hälytysosuudella olevalla raideosuudella on pystyttävä tekemään vaihtotyötä, niin ettei siitä aiheudu hälytystä. Poistopainikkeen käyttäminen myös estää tai päättää varautumisen hälytyksen, jonka aiheuttaa määrätty raideosuus tai raideosuudet, ellei jokin muu hälytyksen aloittamista tai jatkamista vaativa ehto ole voimassa tai tulossa voimaan. Poistopainike täytyy sijoittaa siten, että vaihtotyötä tekevät henkilöt voivat saavuttaa sen helposti ja sen on oltava mahdollisimman lähellä raideosuutta, jonka vaikutuksen varoituslaitoksen toimintaan poistotoiminto poistaa. Poistopainikkeen läheisyydessä täytyy olla myös poistopainike PP EI, jolla voidaan asettaa hälytys takaisin käyttöön. Poistopainikkeiden täytyy sisältää käyttämisen ilmaisu. /12, s. 16./

Poistokytkintä (P) voidaan käyttää, jos kyseessä on useampiraiteinen varoituslaitos, tällöin voidaan poistaa haluttu raide pois automatiikasta. Poistokytkimen on sijaittava tasoristeyksen laittilan ulkoseinällä olevassa kotelossa, tai jos ei ole laittilaa, niin kytkimen täytyy olla tasoristeyksen läheisyydessä. Kytken tunnukseseen täytyy lisätä numero, josta voidaan nähdä, mikä raide on poistettu automatiikasta, esimerkiksi "P1" /12, s. 17./

Varoituslaitoksen sisältäessä tasoristeysopastimet ja hälytysosuuden ollessa sellainen, että sillä on voitava tehdä vaihtotyötä, sen täytyy sisältää palautuspainike (PAL). Palautuspainikkeen täytyy sijaita lähellä tasoristeysopastinta. Pitkän hälytyksen viasta (kohta 3.4.7) kertova ilmoitin täytyy olla palautuspainikkeen yhteydessä. Pitkän hälytyksen vika on saatava poistumaan palautuspainikkeella. /12, s. 17./

3.4.6 Poistotoiminto

Poistotoiminto voidaan asettaa päälle käyttämällä poistopainiketta (PP). Poistotoiminnon täytyy olla varoituslaitoksessa, jos se sijaitsee raideosuuksilla, joilla on pystyttävä tekemään vaihtotyötä tai kaluston pysäköimistä varoituslaitoksen hälyttämättä sen ulottumatta tasoristeykseen. Poistotoiminto täytyy olla myös hälytysosuuteen kuuluvilla raideosuuksilla, joissa juna on ylittänyt tasoristeyksen ja hälytysosuudelle pysäh-

tyneen junan on tarve pysähtyä yli 5 minuutin ajaksi, niin ettei hälytys alkaisi uudelleen. /11, s. 159; 12, s. 18./ Tällainen tapaus voi johtua esimerkiksi paikasta, jossa on matkustajalaituri hälytysosuudella. Tällöin junan on voitava olla pysähdyksissä yli 5 minuuttia niin, ettei hälytys uusiudu. Hälytysosuuteen kuuluvalla raideosuudelle ei saa tehdä poistotoimintaa, jos se sijaitsee varoituslaitoksella varustettua tasoristeystä suojaavan opastimen edessä /12, s. 18/.

Poistotoiminnan on loputtava, jos:

- käytetään PP EI- painiketta
- poistotoiminnan ollessa päällä raideosuudella ja kulkutie varmistetaan tasoristeyksen kautta
- poistotoiminnan ollessa päällä tai vapautuu raideosuudella
- raideosuus ei varaudu 5 minuutin kuluessa poistotoiminnon käytön aloittamisesta, jossa on poistotoiminta päällä joka oli vapaa poistotoiminnan alkaessa /12, s. 18/.

Useampiraiteiselle tasoristeykselle voidaan jokaista rataa kohti laittaa poistokytkin (P). Tällöin poistokytkimen käyttäminen poistaa kyseisen raiteen hälytysosuuden ja tieosuuden vaikutuksen varoituslaitoksen toimintaan. /12, s. 18./

Poistokytkimet sisältävät käytön ilmaisen, jotka sytyttävät vastaavan ilmaisen kytkintä käytettäessä. Poistokytkimiä käytetään esimerkiksi ratatöiden aikana, jolloin ei aiheuteta tarpeetonta haittaa tieliikenteelle. Kyseisestä toimenpiteestä on annettava tieto liikenteenohjaajalle. Varoituskytken (TK) avulla voidaan varoituslaitos asettaa hälyttämään, jos juna lähestyy tasoristeystä, jonka raiteen automatiikka on poistettu käytöstä. Varoituslaitos saatetaan automaattiseen tilaan käyttämällä varoituskytintä sen jälkeen, kun ratatyöt ovat saatu päätökseensä, tällöin myös poistokytkimen ilmaissammuu. Liikenteenohjaajalle on ilmoitettava myös tästä toimenpiteestä. Halutessa poistaa koko varoituslaitos käytöstä (yksi tai useampiraiteinen) käytetään käyttökytkintä (KK). /12, s. 18./







3.4.7 Viat ja häiriöt

Varoituslaitoksen viat jaetaan kriittisiin ja ei-kriittisiin vikoihin. Kriittisiä vikoja varoituslaitoksessa on:

- varmuusvika
Hälytyksen tai puomien laskeutumisen ehtojen täytyessä, se ei hälytä tai puomit eivät laskeudu.
- järjestelmävika
Varoituslaitoksen toiminta estyy varoituslaitoksen ohjausjärjestelmässä olevasta viasta.
- puomivika
Puomin valvontapiirin vian vuoksi, ei puomin paikallaan olon valvonta toteudu.
- puomin asennon vika
Määrätyn ajan kuluessa puomi ohjataan laskeutumaan, mutta se ei saavuta al-asentoa.
- tieopastinvika
Tieopastimella ei pystytä näyttämään punaista valoa.
- pitkän hälytyksen vika
Varoituslaitoksen ollessa automaattisessa toimintatilassa, se hälyttää yli 10 minuuttia niin, että tieosuus on varattu hälytysosuuksien ollessa vapaana tai tieosuus ei ole varautunut hälyttämisen aloittamisen jälkeen. Käsikäyttöisessä toimintatilassa kyseessä olevaa vikaa ei valvota.
- maavika
Virtapiirin osa, joka on erotettu maapotentiaalista, yhdistyy maapotentiaaliin /12, s. 19/.

Jonkin edellä mainitun kriittisen vian ilmetessä on tasoristeystä suojaavan opastimen näytettävä Seis-opastetta tai tasoristeysopastimen on näytettävä Lähesty varovasti -opastetta (taulukko 5). Kriittisessä viassa vaadittu hälytysaika on estettävä, niin ettei se toteudu. Kriittisen vian poistuttua on vaaditun hälytysajan laskeminen aloitettava alusta varoituslaitoksen hälyttäessä. Varoituslaitos, joka on kytketty asetinlaitteeseen, on vioista välitettävä tieto liikenteenohjaukseen. Linjalaitoksissa vioista on välitettävä tieto liikenteenohjaukseen, joka ohjaa linjaa tai Liikenneviraston vaatimaan paikkaan. /12, s. 19./

TAULUKKO 5. Tasoristeystä suojaavat opastimet ja tasoristeysopastin

	Opastin	Merkitys	Uusi järjestelmä	Vanha järjestelmä
Tasoristeystä suojaava opastin	Pääopastin	Seis		
	Suojastusopastin	Seis	-	
	Raideopastin	Seis		
Tasoristeysopastin	-	Lähesty varovasti	-	

Ei-kriittisiä vikoja puolestaan ovat

- alijännitehälytys
 - Alhainen akkujen jännite varoituslaitoksessa
- lamppuvika
 - Tieopastimen kaksoishehkulampussa on pää- tai varalangan vika
 - Vika, joka estää tieopastimen näyttämään valkoista valoa
 - Vika, joka estää tieopastimen punaisen valon näytön yhdellä valolla, mutta punaista valoa voidaan näyttää tieopastimen toisella punaisella valolla
 - Tasoristeysopastimen kaksoishehkulampussa on pää- tai varalangan vika
 - Vika, joka estää LED-valoyksikön toiminnan
- käyttövika

Vika, jolloin varoituslaitos hälyttää ja puomit laskeutuvat, vaikkakin juna ei ole saapumassa tasoristeyskseen, eikä sitä ole asetettu hälyttämään käsikäyttöisellä toiminnalla. Varoituksen kestäessä yli 5 minuuttia on kevyen liikenteen puomien auettava lukituksesta ja mentävä n. 30° kulmaan vaakatasoon nähden.

Varoituslaitoksen hälyttäessä jatkuvasti, niin ettei vikaa saada välittömästi korjattua, on laitos poistettava käytöstä väliaikaisesti kääntämällä käyttökytkintä (KK) (kohta 3.4.5). Jos puomit eivät nouse ylös poistamisen jälkeen, on ne käännettävä yläasentoon käsin ja lukittava ne lukitustapilla. Jos varoituslaitos joudutaan poistamaan lyhytaikaisesti tai hetkellisesti pois käytöstä, liikenteenohjaus asettaa tasoristeykseen enintään 30 km/h nopeusrajoituksen siksi ajaksi, kunnes tasoristeykseen saadaan tieliikenteen liikenteenohjaus, joka voi tarvittaessa pysäyttää tieliikenteen. Jos varoituslaitos joudutaan poistamaan pidempiaikaisesti niin pitkäksi aikaa, että tieliikenteen liikenteenohjaus ei ole tarkoituksen mukaista, tehdään poistaminen seuraavanlaisesti:

- poistetun varoituslaitoksen risteysmerkkiin ja ensimmäiseen tasoristeyksen risteysmerkkiin on laitettava ”Varoituslaitos ei toimi”-kilpi (kuva 20)
- varoituslaitoksen puomit on poistettava
- tieopastimet peitetään niin, että ne peittyvät kokonaan
- rautatieliikenteelle asennetaan ”Yleinen varoitusmerkki” (kuva 20) 200 metrin päähän tasoristeyksestä. /22, s. 75./



KUVA 20. Vasemmalla ”Varoituslaitos ei toimi”-kyltti (t-305) ja oikealla ”Yleinen varoitusmerkki”

3.5 Koestaminen

Puomilaitoksien koestamiselta vaaditaan:

- puomilaitoksen toiminta koestetaan toimittajan toimesta ja koestuspaikkana on toimittajan tehdas. Koestuksesta on ilmoitettava hyvissä ajoin, jolloin tilaajan edustajalla on mahdollisuus osallistua koestukseen
- vain yhdelle puomilaitokselle tehdään täydellinen lajikoestus ja muille laitoksille riittää yksinkertaisempi kappalekoestus
- toimittajan täytyy pitää tehdyistä kokeista pöytäkirjaa ja toimittaa ne neljänä kappaleena tilaajalle. Lajikoestuksen tulokset pöytäkirjoineen on toimitettava jo tarjouksen yhteydessä, mikäli se on mahdollista
- lajikoestuspöytäkirjasta täytyy löytyä ainekin seuraavat tiedot:
 - momenttikäyrät noususta, laskusta ja kitkasta. Momenttikäyristä täytyy löytyä myös toiminta-ajat, häviömomentti ja alaslähtövoima virratomalla moottorilla
 - magneettijarrun veto- ja päästöjännitteet
 - tulokset on mitattava lämpötiloissa -40°C , 0°C ja $+55^{\circ}\text{C}$, varren vääntömomenteilla 25 kpm ja 100 kpm (huomioitava erityisesti puomin liikkeen säätö, virraton laskeutuminen 60° kulmaan)

Kappalekoestuksessa tehtävät mittaukset ja säädöt:

- suorituslämpötila on $15 - 25^{\circ}\text{C}$
- ennen koestamista suoritetaan vanhentaminen. Vanhentaminen suoritetaan ajamalla puomilaitosta vähintään 200 kertaa
- tehdään perussäädöt ja tarkastukset
 - 25 kpm puomin varrella sen on oltava tasapainossa kulmassa $0^{\circ} - 20^{\circ}$
 - puomin pysähdyttävä pehmeästi ylä- ja ala-asentoon, yläasennon kulma on $86^{\circ} - 90^{\circ}$ ja ala-asennon $0^{\circ} - 1^{\circ}$.
 - kitkavoima puomin tasapainoasemassa oltava 45 – 55 kpm (n. 441 – 540 Nm)
 - alaslähtömomentin täytyy olla 25 – 30 kpm (n. 245 – 295 Nm)
 - magneettijarrun vetojännite saa olla korkeintaan $0,70 \times U_{\text{nimellis}}$ ja päästöjännite oltava pienempi kuin $0,1 \times U_{\text{nimellis}}$. Käytettäessä 24 VDC magneettijarrua, tarkoittaa tämä sitä että, vetojännite saa olla korkein-

taan $0,7 \times 24 \text{ VDC} = 16,8 \text{ VDC}$ ja päästöjännitteen on oltava pienempi kuin $0,1 \times 24 \text{ VDC} = 2,4 \text{ VDC}$

- jokaiseen kappalekoestettuun puomilaitokseen on tehtävä merkintä ohjeiden mukaisesta koestuksesta, josta ilmenee koestuksen päivämäärä ja koestuksen valvoja. /12, s. 39./

Liitteestä 8 löytyy tutkimani puomilaitoksen kappalekoestuksen tarkastuspöytäkirja. Kyseisestä tarkastuspöytäkirjasta käy ilmi seuraavat mitatut ja testatut asiat:

- kitkakytkimen luistomomentti
ilmoittaa momentin jonka jälkeen kytkin rupeaa luistamaan
- jarrun veto- ja päästöjännite
jännitteet, joilla jarru on ”päällä”, että ”pois päältä”. Mittaustulokset kertovat vetojännitteen olleen 12 VDC ja päästöjännitteen olleen 2 VDC, joten jännitteet ovat vaatimuksien tasolla
- moottorin tyhjäkäyntivirrat ja jännitteet
moottorin tyhjäkäyntivirta mitataan moottorin käydessä vapaasti ilman kuormitusta. Tyhjäkäyntikokeen tarkoitus on selvittää moottorin häviöt, joita ovat muun muassa rautahäviöt, mekaaniset häviöt sekä virtalämpöhäviöt tyhjäkäynnissä. Tyhjäkäyntikoe voidaan suorittaa liitteessä 9 olevan kytkennän avulla. Puomilaitoksen moottorille tehdyssä kokeessa on pidetty ankkurijännite (U_a) vakiona (tämän puomilaitoksen kohdalla 26 VDC). Tämän jälkeen mitta-reista luetaan loput arvot, joita ovat magnetoimisjännite (U_m), magnetoimisvirta (I_m) ja ankkurivirta (I_a).
- virrat ja jännitteet kytkimen luistaessa
kyseinen mittaus voidaan suorittaa samalla tavalla kuin edellinen mittaus, mutta tässä vaiheessa saatetaan kitkakytkin tilaan, jossa se luistaa, tämän jälkeen mitataan magnetoimisjännite, ankkurijännite, magnetoimisvirta ja ankkurivirta.
- puomimomentti koestuksessa ja puomin alaslähtömomentti jousella
puomimomentilla tarkoitetaan puomin akselilta mitattua momenttia, jonka moottori tuottaa. Jousella saavutettava alaslähtömomentti tarkoittaa momenttia, jonka jousi tuottaa, kun moottori menee virrattomaksi.
- ajoajat, ylös ja alas
aika, joka puomilaitokselta menee puomin nostamiseen ja laskemiseen. Taulukosta 4 voidaan huomata, että puomin laskeutumiseen kuluva aika saa olla korkeintaan 10 sekuntia. Ajoajoista voidaan huomata, että ylösnousu kestää

pidempään kuin alas lasku. Tämä johtuu magnetoimispiirin lisätystä vastuksesta, jolla voidaan säätää pyörimisnopeutta.

- virraton laskeutumisaika ja asento
aika, joka kuluu puomin väliasentoon laskeutumiseen puomilaitoksen moottorin mennessä virrattomaksi ja pysähtymisasento. Pysähtymisasento ilmoitetaan senttimetreinä ja se kertoo, kuinka paljon puomin asento poikkeaa väliasennosta, joka on 60°.
- silmämääräiset tarkistukset ja vanhentaminen
silmämääräisiä tarkastuksia ovat oven toiminnan tarkistaminen, keskuksen pintakäsittelyn kunto, rajakytkimien/induktiivisien antureiden toiminta, riviliittimet, valopiste sekä mukana toimitettavat varusteet. Lisäksi tarkastuspöytäkirjaan merkitään, kuinka monta kertaa puomilaitosta on koeajettu (vanhentaminen = min. 200 krt).
- muut tiedot
muuta tietoa ovat käytettyjen öljyjen sekä rasvojen merkit ja tyypit sekä huomautukset, jos niitä on. Lopuksi tarkastuspöytäkirjaan merkitään tarkastuspäivämäärä ja tarkastuksen tehneen henkilön allekirjoitus.

4 POHDINTA

Opinnäytetyö oli erittäin mielenkiintoinen, koska olen valmistanut tasoristeyslaitoksia, jotka ohjaavat puomilaitoksia. Työn tiimoilta sain puomilaitoksen toimintaperiaatteen selville, joka ei tule ilmi rakentaessa tasoristeyslaitosta. Lisäksi oli myös hienoa päästä tutkimaan vanhaa puomilaitosta sekä selvittämään, mitä osia siellä on ja mikä niiden tarkoitus oli. Työssä pidin koko ajan silmällä toimeksiantajan tarpeita ja yritin selvittää mahdollisimman tarkasti asiat, joilla uskoin olevan suuri merkitys uutta puomilaitosta rakentaessa. Työ myös kiinnosti suuresti, koska sen tiimoilta pääsen suunnittelemaan uutta puomilaitosta fyysisesti, josta johtuen opinnäytetyö saa jatkoa, vaikka opinnäytetyön kirjallinen osuus on valmis.

Tässä työssä tavoitteena oli saada selvitettyä kaikki mahdolliset vaatimukset, joita puomilaitoksen täytyy täyttää. Kyseinen osuus oli myös koko työn haastavin osuus, koska minun täytyi löytää kaikki mahdolliset vaatimukset, jotta uusi puomilaitos voi saada Liikennevirastolta/Trafilta hyväksynnän.

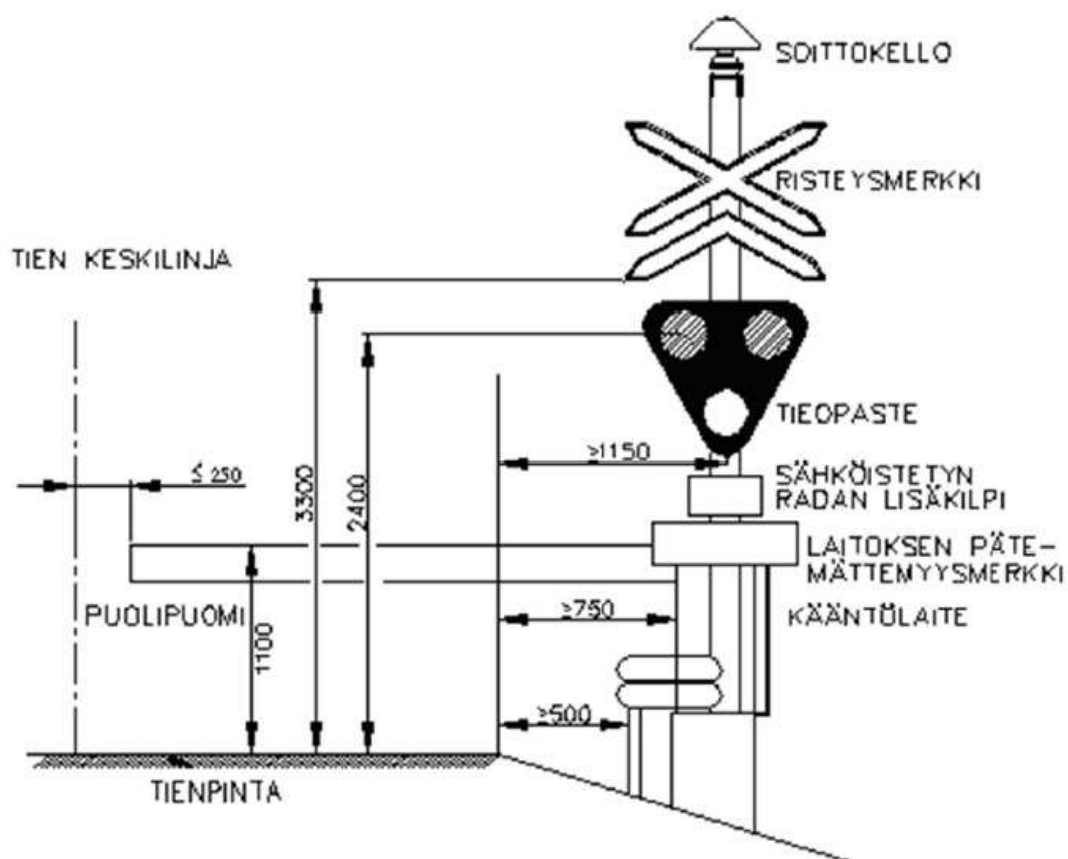
Aikomuksena on suunnitella uuden puomilaitoksen mekaniikka uusiksi niin, että kyseistä puomilaitosta voitaisiin pieniä muutoksia tekemällä valjastaa muuhunkin käyttöön, esimerkiksi parkkihalleihin, kauppojen varastopihoille, yms. Näissä kohteissa puomilaitoksella ei ole niin tiukkoja vaatimuksia kuin tasoristeyksessä olevilla puomilaitoksilla, esimerkiksi puominlaitoksen moottorin mennessä sähköttömäksi ei puomin tarvitse mennä noin 60 asteen kulmaan vaakatasoon verrattuna. Lisäksi keskustelin puomilaitoksien asentajien kanssa pyytäen heitä kertomaan, onko nykyisissä puomilaitoksissa jotain, joka voisi olla tehty fiksummin. Suurimmat ongelmat olivat heidän mukaansa vanhan puomilaitoksen jousimekanismeissa. Jousi saattoi lähteä pois paikoiltaan, kun säädettiin puomin asentoa vaatimuksen mukaiseksi, jolloin se oli yhden miehen voimin vaikea saada takaisin paikoilleen.

LÄHTEET

1. Trafi. Tasoristeykset. Verkkodokumentti.
<http://www.rautatieturvallisuus.fi/rautatieturvallisuus/tasoristeykset>. Ei päivitystietoa. Luettu 19.1.2015.
2. Liikennevirasto. Tasoristeysten poistaminen. WWW-sivu.
http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/ymparisto_turvallisuus/onnettomuuskisien_ehkaisu/tasoristeysten_poisto#.VMtHJS7yO-Q. Päivitetty 7.6.2013. Luettu 30.1.2015.
3. Liikennevirasto. Tasoristeysten turvallisuuden parantamisen suunnittelu. PDF-dokumentti. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2012-04_tasoristeysten_turvallisuuden_web.pdf. Päivitetty 16.4.2012. Luettu 30.1.2015.
4. Tasoristeys.fi. Tasoristeysrekisteri. WWW-sivu. <http://www.tasoristeys.fi/>. Päivitetty 20.1.2015. Luettu 20.1.2015.
5. Laatukilpi. Varoitusmerkit. Verkkodokumentti.
<http://www.laatukilpi.fi/tuotteet/liikenteenohjaus/liikennemerkit/varoitusmerkit>. Ei päivitystietoa. Luettu 19.1.2015.
6. Trafi. Toimi tarkkaavaisesti tasoristeyksessä. PDF-dokumentti.
<http://www.trafi.fi/filebank/a/1322117350/6d05370dcadd01ea5a24d2d77c6e0b27/1374-ts4.pdf>. Päivitetty 12.7.2012. Luettu 19.1.2015.
7. Resiina. Kuvat välillä Sukeva-Murtomäki. WWW-sivu.
<http://vaunut.org/kuva/23527>. Päivitetty 25.2.2006. Luettu 19.1.2015.
8. Trafi. Kuvapankki, Tasoristeyskuvia. WWW-sivu.
<http://www.rautatieturvallisuus.fi/kasvattajille/kuvapankki/tasoristeyskuvia>. Ei päivitystietoa. Luettu 19.1.2015.

9. Trafi. Tasoristeysturvallisuus. WWW-sivu.
<http://www.trafi.fi/rautatiet/tasoristeysturvallisuus>. Ei päivitystietoa. Luettu 20.1.2015.
10. Liikennevirasto. Tasoristeysonnettomuudet. WWW-sivu.
http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/aineistopalvelut/tilastot/onnettomuustilastot/tasoristeysonnettomuudet#.VL48_y7yO-Q. Päivitetty 14.1.2015. Luettu 20.1.2015.
11. Liikennevirasto. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 6 – Turvalaitteet. PDF-dokumentti. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-07_rato6_web.pdf. Päivitetty 15.3.2014. Luettu 22.1.2015.
12. Liikennevirasto. Varoituslaitosten tekniset toimitusehdot. PDF-dokumentti. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/ohje_2012_varoituslaitosten_tekniset_web.pdf. Päivitetty 4.6.2012. Luettu 22.1.2015.
13. Tasoristeys.fi. Tasoristeysrekisteri. WWW-sivu.
<http://www.tasoristeys.fi/risteyshaku?crossingId=3786>. Päivitetty 11.6.2014. Luettu 22.1.2015.
14. Tasoristeys.fi. Tasoristeysrekisteri. WWW-sivu.
<http://www.tasoristeys.fi/risteyshaku?crossingId=1830>. Päivitetty 1.9.2014. Luettu 22.1.2015.
15. Kajaanin ammattikorkeakoulu. Sähkömoottorit. PDF-dokumentti.
http://gallia.kajak.fi/opmateriaalit/yleinen/honHar/ma/SVTEK_S%C3%A4hk%C3%B6moottorit_1.pdf. Päivitetty 11.1.2011. Luettu 3.3.2015.
16. Nord DRIVESYSTEMS. M7000 MOOTTORIT. PDF-dokumentti.
https://www.nord.com/cms/media/documents/bw/M7000_IE1_IE2_IE3_FI_2211~1.pdf. Päivitetty 1.12.2011. Luettu 6.2.2015.
17. Mäkelä, Mikko, Soininen, Lauri, Tuomola, Seppo & Öistämö, Juhani. Tekniikan KAAVASTO. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy. 2010.

18. Konaflex. ComInTec-ylikuormakytkimet. WWW-sivu.
<http://www.konaflex.fi/Uutiset/ylikuormakytkimet>. Päivitetty 9.2.2015. Luettu 9.2.2015.
19. Taloon.com. IP-luokitus. WWW-sivu.
http://www.taloon.com/info/tietoa_rakentajalle/ip-arvot. Päivitetty 2.2.2015. Luettu 2.2.2015.
20. Manninen, Teemu 2013. Automaatiotekniikka-kurssin luentomateriaali. Mikkelin ammattikorkeakoulu.
21. ABB. Moottorinsuojakytkimet. WWW-sivu.
<http://www.abb.fi/product/seitp329/a9b5ca40434ec920c1256ffe0046d8df.aspx>. Päivitetty 9.2.2015. Luettu 9.2.2015.
22. Liikennevirasto. Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO). PDF-dokumentti.
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2012-01_turo_web.pdf. Päivitetty 26.6.2012. Luettu 19.2.2015.
23. Kohvakka, Arto 2013. Sähkökoneet-kurssin luentomateriaali. Mikkelin ammattikorkeakoulu.



Puolipuumilaitoksen asennus- ja säätömitat

Puolipuumin asennus ja säätömitat							
Ajouradan leveys E	Puomin pituus	Asennus- ja säätömitat					
		Bmin	Bmax	Cmax	D	E	Hmax
6000	4000	1650	2650	140	870 – 1120	3830 – 4080	1170
6500	4000	1650	2650	140	750 – 830	4000 – 4080	1170
7000	5000	1650	2650	140	1330 – 1580	4830 – 5080	1180
7500	5000	1650	2650	140	1080 – 1330	4830 – 5080	1080
8000	5000	1650	2650	140	830 – 1080	4830 – 5080	1080
8500	5000	1650	2650	140	750 – 830	5000 – 5080	1080
9000	6000	1650	2650	140	1330 – 1580	5830 – 6080	1200
9500	6000	1650	2650	140	1080 – 1330	5830 – 6080	1200
10000	6000	1650	2650	140	750 – 1080	5750 – 6080	1200
10500	6000	1650	2650	140	750 – 830	6000 – 6080	1200
11000	7000	1650	2650	140	1330 – 1580	6830 – 7080	1220
11500	7000	1650	2650	140	1080 – 1330	6830 – 7080	1220
12000	7000	1650	2650	140	830 – 1080	6830 – 7080	1220
12500	7000	1650	2650	140	750 – 830	7000 - 7080	1220

Bmin = mitta ajoradan pinnasta kohtisuoraan ylöspäin puomin kohtaan, jossa
L=2000, (virraton laskeutuminen min alaraja)

Bmax = mitta ajoradan pinnasta kohtisuoraan ylöspäin puomin kohtaan, jossa
L=2000, (virraton laskeutuminen max alaraja)

Cmax = mitta kääntölaitteen kotelon takareunasta puomin varteen, (puomin ase-
man ja pystytason eromitta)

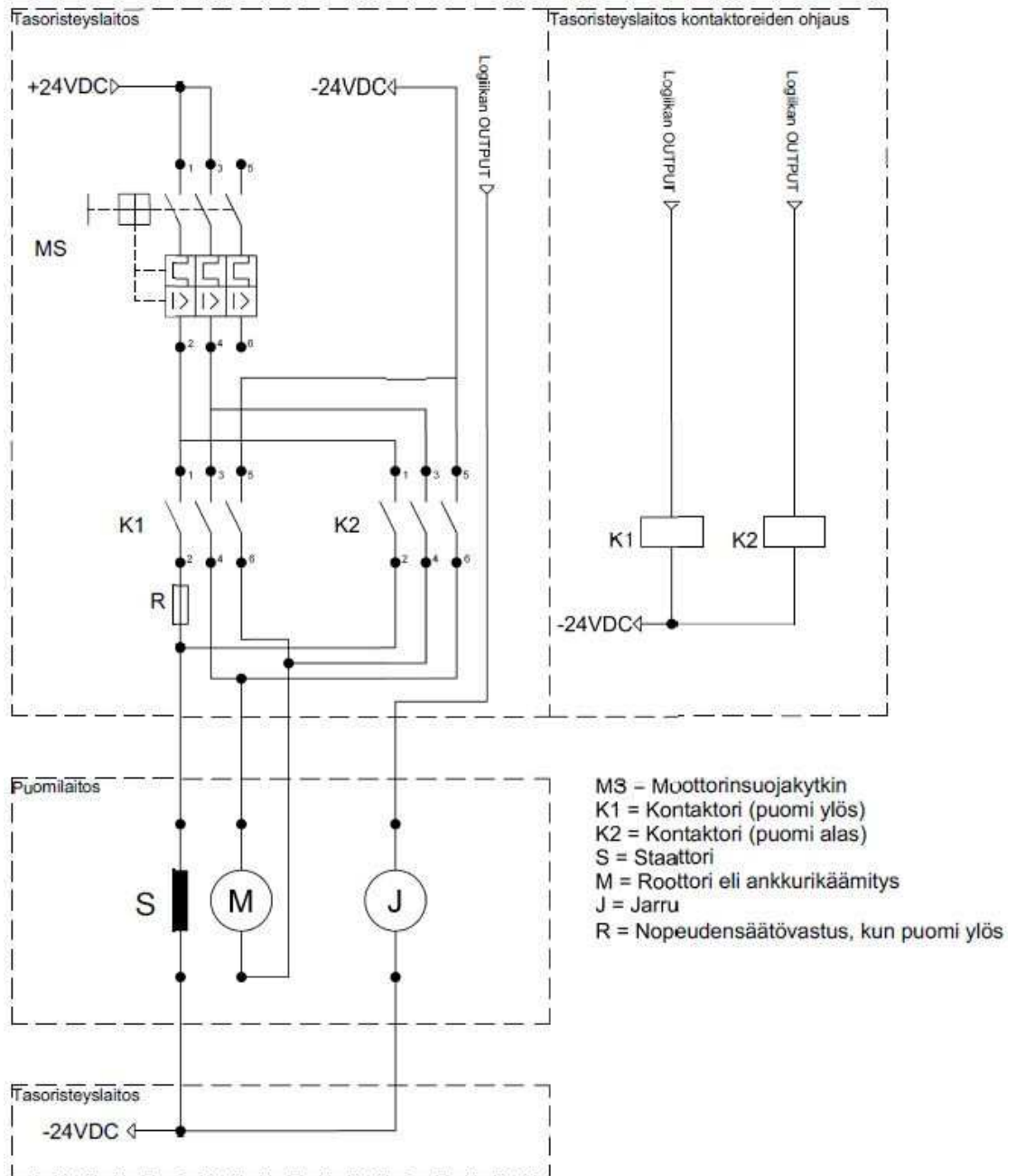
D = mitta ajoradan reunaviivasta kääntölaitteen jalustan kylkeen

E = mitta ajoradan keskiviivasta kääntölaitteen jalustan kylkeen

H = mitta ajoradan pinnasta puomin yläreunaan (puomin vaaka-asento)

Hmax = mitta ajoradan pinnasta puomin yläreunaan, puomin max korkeus ala-
asennossa

Rinnankäämityn moottorin ohjaus ja suunnanvaihto



Nimelliskäyttötavat S1-S10, IEC 60034-1 standardi

Käyttötapa		Toiminta	Lisätietoja	Arvokilpi
S1	Jatkuva käyttö	Kone toimii vakiokuormituksella niin pitkän ajan, että loppulämpötila saavutetaan	-	S1
S2	Lyhytaikainen käyttö	Kone toimii vakiokuormituksella määrätyn, niin lyhyen ajan, että loppulämpötilaa ei saavuteta. Jokaista toiminta-aikaa edeltää niin pitkä tauko, että kone saavuttaa ympäröivän ilman tai muun jäähdytysaineen lämpötilan.	Suositellaan käyttöaikoja 10, 30, 60 ja 90 min	esim. S2 60 min
S3	Jaksollinen ajoittaiskäyttö	Käyttö muodostuu sarjasta keskenään samanlaisia jaksoja, joista jokaiseen kuuluu toiminta-aika vakiokuormituksella sekä seisona-aika. Loppulämpötilaa ei saavuteta jakson aikana. Käynnistykset eivät sanottavasti vaikuta lämpenemiseen.	Ajoittaiskäytökerroin on 15, 25, 40 tai 60 %. Jakson pituus 10 min.	esim. S3 20 %
S4	Jaksollinen käynnistyskäyttö	Käyttö muodostuu sarjasta keskenään samanlaisia jaksoja, joista jokaiseen kuuluu käynnistysaika, toiminta-aika vakiokuormituksella sekä seisona-aika. Loppulämpötilaa ei saavuteta jakson aikana. Tässä käytössä moottori pysähtyy luonnollisella tavalla hidastuen tai mekaanisella jarrulla jarruttaen, jolloin moottori ei rasitu termisesti.	-	S4
S5	Jaksollinen käynnistys- ja jarrutus- käyttö	Käyttö muodostuu sarjasta keskenään samanlaisia jaksoja, joista jokaiseen kuuluu käynnistysaika, toiminta-aika vakiokuormituksella, jarrutusaika ja seisona-aika. Loppulämpötilaa ei saavuteta jakson aikana. Tässä käytössä käytetään sähköistä jarrutusta, esim. vastavirtajarrutusta.	-	S5

Nimelliskäyttötavat S1-S10, IEC 60034-1 standardi

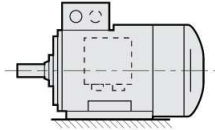
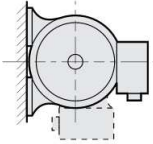
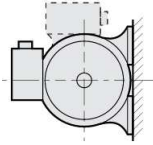
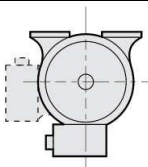
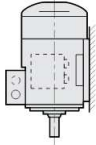
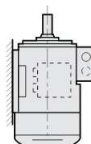
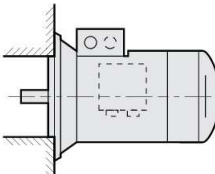
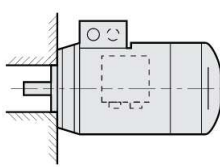
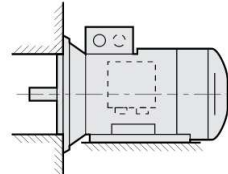
Käyttötapa		Toiminta	Lisätietoja	Arvokilpi
S6	Pysähtymätön ajoittaiskäyttö	Käyttö muodostuu sarjasta keskenään samanlaisia jaksoja, joista jokaiseen kuuluu toiminta-aika vakiokuormituksella sekä tyhjäkäyntiaika. Loppulämpötilaa ei saavuteta jakson aikana.	Ajoittaiskäytötkerroin on 15, 25, 40 tai 60 %. Jakson pituus 10 min.	esim. S6 20 %
S7	Keskeytymättömän käynnistys- ja jarrutuskäyttö	Käyttö muodostuu sarjasta keskenään samanlaisia jaksoja, joista jokaiseen kuuluu käynnistysaika, toiminta-aika vakiokuormituksella sekä jarrutusaika. Jarrutus tapahtuu sähköisesti (esim. vastavirtajarrutus). Loppulämpötilaa ei saavuteta jakson aikana.	-	S7
S8	Pysähtymättömän määräjaksollinen käyttö	Käyttö muodostuu sarjasta keskenään samanlaisia jaksoja. Jokaiseen jaksoon kuuluu toiminta-aika vakiokuormituksella määrätyllä nopeudella, jota välittömästi seuraa toiminta-aika toisella nopeudella ja toisella vakiokuormituksella. Pyörimisnopeuksia voi olla kaksi tai useampia. Loppulämpötilaa ei saavuteta jakson aikana. Tällainen käyttö tulee kysymykseen esim. napavaihtokoneilla.	-	S8
S9	Käyttö vaihtelevalla kuormalla ja nopeudella	Käyttö muodostuu sallitulla käyttöalueella tapahtuvista kuorman ja nopeuden vaihteluista, jotka yleensä eivät ole jaksollisia. Tämä käyttö sisältää usein tapahtuvia ylikuormituksia, jotka voivat merkittävästi ylittää nimelliskuorman. Ylikuormituksen suuruus on huomioitava moottorin nimellistehon valinnassa.	-	S9
S10	Käyttö vaihtelevalla vakiokuormalla	Käyttöjakso muodostuu enintään neljästä osajaksosta erisuurella vakiokuormalla. Käyttöaika kullakin vakiokuormalla on niin pitkä, että loppulämpötila saavutetaan.	-	S10

SÄHKÖMOOTTORIN ERISTYSLUOKAT				
Määritelmä		Eristysluokka		
		B	F	H
Suurin sallittu ”kuumimman pisteen” lämpötila.	°C	130	155	180
Suurin sallittu vastusmittauksella määritetty lämpötila.	°C	120	145	165
Suurin sallittu käämityksen lämpenemä, kun ympäristön lämpötila on hetkellisesti +40°C	°C	80	105	125

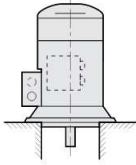
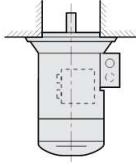
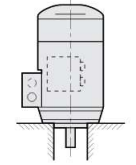
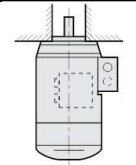
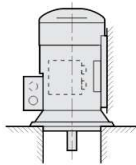
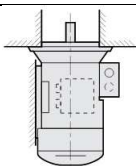
IPxx-suojausluokitukset

IPxx-SUOJAUSLUOKITUKSET			
Ensimmäinen numero	Suojaus	Toinen numero	Suojaus
0	Ei suojausta	0	Ei suojausta vettä vastaan
1	Suojaus suuria kappaleita vastaan, halkaisija ≥ 50 mm	1	Suojaus suoraan ylhäältä tulevaa vettä vastaan
2	Suojaus keskikokoisia kappaleita vastaan, halkaisija $> 12,5$ mm	2	Suojaus ylhäältä +/- 15 astetta tulevaa vettä vastaan
3	Suojaus pieniä kappaleita vastaan, halkaisija $> 2,5$ mm	3	Suojaus ylhäältä +/- 60 astetta tulevaa vettä vastaan
4	Suojaus erittäin pieniä kappaleita vastaan, halkaisija > 1 mm	4	Suojaus vesiroiskeita vastaan
5	Suojattu pölyltä	5	Kestää vesisuihkun
6	Pölytiivis	6	Kestää suuren paineen vesisuihkun
		7	Kestää hetkellisen upotuksen veteen
		8	Kestää pysyvän upotuksen veteen

LIITE 7(1)
Moottorin asennusasennot

	Asennusasento (IM)	Asento	Selitys
Jalka-asennus; vaaka	IM B3 / IM 1001		Kiinnitys lattiaan moottorin jaloista; akseli vaakasuuntaan
	IM B6 / IM 1051		Kiinnitys seinään moottorin jaloista; akseli vaakasuuntaan
	IM B7 / IM 1061		Kiinnitys seinään moottorin jaloista; akseli vaakasuuntaan
	IM B8 / IM 1071		Kiinnitys kattoon moottorin jaloista; akseli vaakasuuntaan
Jalka-asennus; pysty	IM V5 / IM 1011		Kiinnitys seinään moottorin jaloista; akseli alaspäin
	IM V6 / IM 1031		Kiinnitys seinään moottorin jaloista; akseli ylöspäin
Laippa-asennus; vaaka	IM B5 / IM 3001 ^{*1}		Kiinnitys seinään moottorin laipasta; akseli vaakasuuntaan
	IM B14 / IM 3601 ^{*2}		Kiinnitys seinään moottorin laipasta; akseli vaakasuuntaan
Laippa- ja jalka- asennus; vaaka	IM B35 / IM 2001 ^{*1}		Kiinnitys seinään moottorin laipasta ja lattiaan moottorin ja- loista; akseli vaa- kasuuntaan

LIITE 7(2)
Moottorin asennusasennot

	Asennusasento (IM)	Asento	Selitys
Laippa-asennus; pysty	IM V1 / IM 3011 ^{*1}		Kiinnitys lattiaan moottorin laipasta (iso laippa); akseli alaspäin
	IM V3 / IM 3031 ^{*1}		Kiinnitys kattoon moottorin laipasta (iso laippa); akseli ylöspäin
	IM V18 / IM3611 ^{*2}		Kiinnitys lattiaan moottorin laipasta (pieni laippa); akseli alaspäin
	IM V19 / IM 3631 ^{*2}		Kiinnitys kattoon moottorin laipasta (pieni laippa); akseli ylöspäin
Laippa- ja jalka- asennus; pysty	IM V15 / IM 2011 ^{*1}		Kiinnitys lattiaan moottorin laipasta ja seinään moottorin jaloista; akseli alaspäin
	IM V36 / IM 2031 ^{*1}		Kiinnitys kattoon moottorin laipasta ja seinään moottorin jaloista; akseli ylöspäin

*1=Iso laippa

*2=Pieni laippa

OY NOKIA AB
Konevaltuutus

Kesäpelikoneet/liikennekalusto

VR - PUOMINKÄÄNTÖLAITE - MOOTTORIYKSIKKÖ

1	Moottorin tyyppi	GK7150V/178W-08-V 3268	
2	Moottorin numero	F1 27110	
3	Kytkimen luistoelementti	16	Nm
4	Jarrun vetojännite	Uv	V
	"- päästöjännite	Up	V
5	Moottorivirrat ja -jännitteet (tasavirtamoottori)		
	Tyhdäkäyntivirrat	IA	A
		IM	A
	Tyhdäkäyntijännitteet	UA	V
		UM	V
	Kytkimen luisteen virrat	IA	A
		IM	A
	jännitteet	UA	V
		UM	V
6	Moottorin öljy	Klüber Isoplex PDB 38 CX 1000	
7	Huomautuksia		

Päiväys

Tarkastanut

OY NOKIA AB
Konepöytäkirja

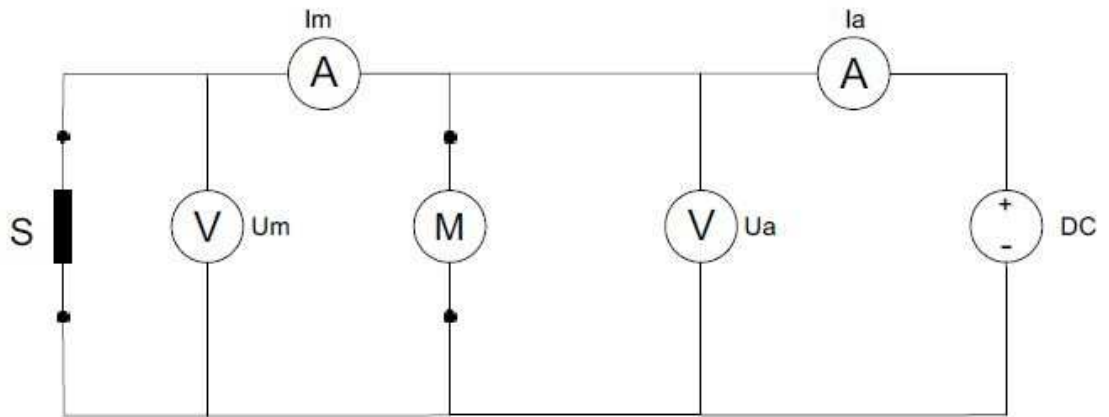
Käsiteltyt koneet/liikennekalusto

1. Puominkäyttölaite - PUNKO-QSA

1	Laite	1600-PS	
2	Koestuksessa käytetyn moottorin No	FI 27110	
3	Puomimomentti koestuksessa (250 Nm)	250	Nm
4	Puomin alaslähtömomentti (joussi)	310	Nm
5	Ajokaika ylös	10	s
6	Ajokaika alas	8	s
7	Virraton laskautuminen, moottori-suojakytkin auki - aika pysähtymisasento	5	s
		1	cm
8	Puomin asennot		
	- yläasento	3	cm
	- ala-asento	2	cm
9	Laskerirasva	Shell Alvania R 2	
10	Hammaspöytien rasva	MOLYKOTE BR 2 plus	
11	Silmämerkinnät tarkastukset:		
	Ovi	<input checked="" type="checkbox"/>	Varusteet:
	Pintakäsittely	<input checked="" type="checkbox"/>	- käsikampi
	Johdotus	<input checked="" type="checkbox"/>	- vastapainoveroi
	Rajakytkimet	<input checked="" type="checkbox"/>	- lukitustappi
	Liittimet	<input checked="" type="checkbox"/>	- sokka
	Valopieta	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	Koeajo x	250	
13	Huomautukset		

Päiväys _____ Tarkastanut _____

LIITE 9
Tasavirtamoottorin tyhjäkäyntikoeytkentä



I_m = magnetoimisvirta
 U_m = magnetoimisjännite
 I_a = ankkurivirta
 U_a = ankkurijännite